

- خلايا جهاز المناعة
- الجهاز المناعي ووظائفه
- أمراض المناعة الذاتية



## منهاج النشر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :-

- ١- يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لا يفقد صفته العلمية بحيث يشمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .
  - ٢- أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .
  - ٣- في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .
  - ٤- أن لا يقل المقال عن أربع صفحات ولا يزيد عن سبع صفحات طباعة .
  - ٥- إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .
  - ٦- إرفاق أصل الرسومات والصور والناذج والأشكال المتعلقة بالمقال .
  - ٧- المقالات التي لا تقبل النشر لاتعاد لكانتها .
- يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح ما بين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

## محتويات العدد

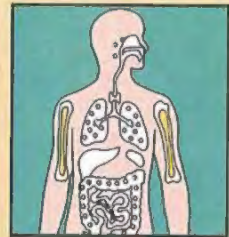
- |    |                        |    |  |
|----|------------------------|----|--|
| ٣٩ | ● مناعة الأورام        | ٢  | ● مركز الأبحاث الطبية ( جامعة الملك سعود ) |
| ٤٤ | ● التطعيم              | ٤  | ● علم المناعة                              |
| ٤٧ | ● مصطلحات علمية        | ٨  | ● خلايا الجهاز المناعي                     |
| ٤٨ | ● كيف تعمل الأشياء     | ١٢ | ● الأجسام المضادة ومستضاداتها              |
| ٥٠ | ● مساحة للتفكير        | ١٧ | ● الجهاز المناعي ووظائفه                   |
| ٥٢ | ● من أجل فلذات أكبادنا | ٢٠ | ● المناعة ضد الأمراض المعدية               |
| ٥٣ | ● كتب صدرت حديثاً      | ٢٤ | ● عالم في سطور                             |
| ٥٤ | ● عرض كتاب             | ٢٥ | ● الجهاز المناعي وأمراض الحساسية           |
| ٥٦ | ● بحوث علمية           | ٢٩ | ● أمراض المناعة الذاتية                    |
| ٥٧ | ● شريط المعلومات       | ٣٣ | ● الجديد في العلوم والتقنية                |
| ٥٨ | ● مع القراء            | ٣٤ | ● الإيدز                                   |



التطعيم



المناعة ضد الأمراض المعدية



علم المناعة

## الحراسات

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص. ب ٦٠٨٦ - الرمز البريدي ١١٤٤٢ - الرياض

ترسل المقالات باسم رئيس التحرير : ٤٨٨٣٤٤٤ - ٤٨٨٣٥٥٥

Journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia

يمكن الاقتباس من المجلة بشرط ذكر اسمها مصدراً للمادة المقتبسة

الموضوعات المنشورة تعبر عن رأي كاتبها

## العلوم والتقنية



المتصرف العام

د. صالح عبد الرحمن العذل

نائب المشرف العام  
ورئيس التحرير

د. عبد الله أحمد الرشيد

هيئة التحرير

د. عبد الرحمن عبد العالي

د. خالد السليمان

د. إبراهيم العتاز

د. محمد أمين أمجد

د. محمد فاروق أحمد

د. أشرف الخيري

\* \* \*





### سكرتارية التحرير

د. يوسف حسن يوسف  
د. ناصر عبد الله الرشيد  
أ. محمد ناصر الناصر  
أ. عطية مظهر الزهراني

### التصميم والإخراج

طارق يوسف  
عبد السلام ريان

\* \* \*



## كلمة التحرير

### قراءنا الأعزاء

يصدر هذا العدد تودع المجلة عامها التاسع وتستقبل عامها العاشر على دروب الأمل في تحقيق الأهداف والطموحات إن شاء الله.

### قراءنا الأعزاء

من نعم الله سبحانه وتعالى على الإنسان أن أودع في جسمه من الخصائص ما يحير العقل ويبهره ، ويجعله عاجزاً عن إدراك كثير منها ، وهذا مصداق لقول الباري عز وجل في محكم التنزيل : ( وفي أنفسكم أفلا تبصرون ، الذاريات ٢١ ) . ومن تلك الخصائص مناعة الجسم - أحد الخطوط الدفاعية - ضد الأجسام الغريبة التي قد تغزوه أو تزرع فيه . قد تكون هذه المناعة طبيعية تولد معه ، أو مكتسبة طبيعياً نتيجة لإصابته بالمرض وشفائه منه ، أو صناعية نتيجة لإعطائه بعض اللقاحات التي هي عبارة عن جراثيم المرض الميتة أو المضعفة .

### قراءنا الأعزاء

يسرنا أن نضع بين أيديكم عدداً يغطي موضوع المناعة ، أنواعها وأليتها في جسم الإنسان ، وهو لاشك أحد مواضيع الساعة ، خصوصاً أن مرض متلازمة نقص المناعة المكتسبة ( الإيدز ) يستقطب جل اهتمام العلماء والباحثين لإيجاد علاج طبي له .

سيتناول هذا العدد إضافة إلى الأبواب الثابتة المواضيع التالية : علم المناعة ، وخلايا جهاز المناعة ، والأجسام المضادة ومستضاداتها ، والجهاز المتمم ووظائفه ، والمناعة ضد الأمراض المعدية ، والجهاز المناعي وأمراض الحساسية ، وأمراض المناعة الذاتية ، ومرض نقص المناعة المكتسب ( الإيدز ) ، ومناعة الأورام ، والتطعيم .

وختاماً نأمل أن نكون قد وفقنا في طرح هذا الموضوع بشكل يحقق رغباتكم العلمية ، ويضيف سفيراً من أسفار العلم لقراء العربية في أرجاء المعمورة .

والله من وراء القصد ، والهادي إلى سواء السبيل ،،،



ويقدم خدماته الإحصائية لأعضاء هيئة التدريس بالكلية .

يجتمع المجلس - برئاسة وكيل الكلية - مرة واحدة شهرياً للتباحث في سير البحوث الجارية وإقرار البحوث المقدمة له من الأقسام المختلفة بوساطة مدير المركز ، وللمركز مجلس لمساعدتي البحوث يرأسه مدير المركز يجتمع بشكل دوري لمناقشة الأمور المتعلقة بعمل مساعدتي البحوث وما يتعلق بأجهزة المركز ومختبراته والتقارير السنوي للمركز .

### اتصالات المركز

سعى المركز إلى بناء صلات وعمل روابط مع كل من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ، وزارة الصحة ، وزارة التخطيط ، وزارة المالية والاقتصاد الوطني ، والجامعات الأخرى بالمملكة .

وفيما يتعلق بصلات المركز مع مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية فقد أثمرت العلاقة المتينة معها في إسهامها المتمثل فيما يلي :-

- ١- تمويل بعض الأبحاث .
- ٢- تنظيم برامج للأبحاث عن المشكلات الصحية والطبية المختلفة بالمملكة .
- ٣- تعريف وإمداد الباحثين بالمعلومات حول الدراسات الطبية بوساطة الحاسب الآلي .

كما يتمتع مركز الأبحاث بصلات وثيقة مع جميع الأقسام الأكاديمية بكلية الطب ، وتقوم إدارته بدراسة الأبحاث المقدمة منها ، ومراجعتها ، ومن ثم رفعها إلى مجلس إدارة المركز لمناقشتها وتقويمها وتقرير قبولها أو رفضها أو طلب إجراء تعديلات عليها .

### خدمات المركز

لدى المركز أحدث طبعة من خدمات (Medline Search) ، كما يتوفر لديه برنامج (C-D Rom Medical Product)



## مركز الأبحاث بكلية الطب جامعة الملك سعود

لأعضاء هيئة التدريس والطلاب الخريجين والعاملين بالمجال الطبي ، وذلك بتقديم العون الفني والمادي المطلوب لهم .

٤- التعاون مع الأقسام ذات الطابع الإداري مثل قسم طب البيئة والمجتمع في المجالات الإحصائية المتعلقة بصحة البيئة وغيرها .

### التشكيل الإداري للمركز

للمركز مجلس إدارة مكون من اثني عشر عضواً يمثلون الأقسام المختلفة للكلية ، وهو يتبع إدارياً لعميد الكلية ويديره أحد أعضاء هيئة التدريس بالكلية يساعده موظف مالي وسكرتارية .

يقوم المركز بإجراء البحوث اللازمة في مختلف التخصصات الموجودة بالكلية ، حيث يعمل مساعداً هيئة التدريس على تنفيذ التجارب البحثية الخاصة بالمركز ، كما يوجد بالمركز بعض الفنيين لتشغيل أجهزة المركز المختلفة ، إضافة إلى مشغل في الحاسب الآلي وأخصائي إحصاء يقوم بالتحليل الإحصائي لنتائج البحوث ،

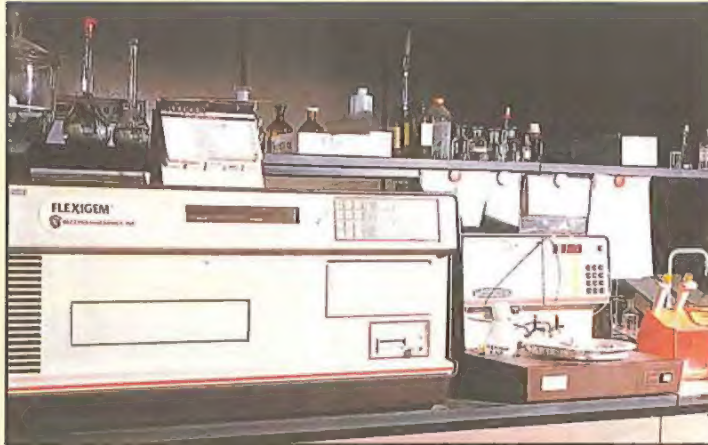
تم إنشاء مركز الأبحاث بكلية الطب التابع لجامعة الملك سعود عام ١٣٩٧هـ (١٩٧٧م) ، ومنذ إنشائه وهو يقوم بالأعمال المناطة به والتي تتمثل في القيام بتشجيع وتسهيل وتنسيق وتنفيذ البرامج البحثية بكلية الطب ، وبعد اكتمال مباني الكلية بمستشفى الملك خالد الجامعي ثم انتقال المركز إلى موقعه المخصص له بالكلية .

### أهداف المركز

تتلخص أهداف مركز الأبحاث في التالي :-

- ١- تنسيق وإقرار البحوث العلمية السريرية التطبيقية ذات الصلة الوثيقة بمجال الطب والرعاية الصحية الوطنية .
- ٢- المساهمة في تطوير التعليم الطبي بالنسبة للعاملين والدارسين في هذا المجال ، وذلك بتنظيم حلقات دراسية وندوات عن الأبحاث الجارية .
- ٣- تشجيع وتوفير التسهيلات اللازمة





● جهاز فليكسيجم للتحليل الكيميائي الطبي.

الحديثة لإجراء التجارب العملية مما يفيد الباحثين والأطباء .

### إنجازات المركز

قام المركز منذ إنشائه بإنجاز العديد من البحوث المتعلقة بالمشاكل الصحية السائدة بالملكة ، ويوضح الشكل (١) المشاريع السنوية المجازة بوساطة المركز منذ عام ١٣٩٩ - ١٤٠٠هـ إلى عام ١٤١٦هـ - ١٤١٧هـ .

### الخطط المستقبلية

تشتمل الخطط المستقبلية للمركز على العديد من المقترحات التي انبثقت من خلال ما تم إنجازه لتتلاقى سبلات الماضي ، وتطوير أبحاثه لتواكب ما طرأ من تقدم علمي في المجال الطبي ، ومن أهم تلك الخطط ما يلي :-

- ١- توسعة الاستفادة من شبكة الحاسب الآلي في مجال البحوث والعمل على إزالة المركزية ، وذلك بإعطاء إمكانية الاستفادة منها في مكاتب أعضاء هيئة التدريس .
- ٢- الاستفادة مما هو مطروح في القطاع الخاص من دعم للبحوث التي تهتم المجتمع .
- ٣- إعادة النظر في اللوائح وخاصة علاقة المركز بجهات البحوث الأخرى مثل مركز الأمير سلمان لبحوث الإعاقة وغيرها .

● مراجعات طب الأطفال (Pediatrics in Review) للأعوام ١٩٨٥ - ١٩٩٣ م .  
● مجلة الأطفال (Pediatrics)  
● مجلة أمراض الطفل الميكروبية (The Pediatric Infectious Disease Journal) .

بالإضافة إلى ما تم ذكره فإن المركز

يتصل عن طريق

الحاسب الآلي

( Main Frame )

للجامعة بقاعدة

البيانات الوطنية

( NRS ) في مدينة

الملك عبد العزيز

للعلوم والتقنية .

كذلك يوجد به

اختصاصيون في

مجال الإحصاء

الحيوي لعمل

التحليل للبيانات

المتوفرة عن المرض

مما يفيد الباحثين

والأطباء .

وأخيراً يوجد

بالمركز عدد من

المختبرات العلمية

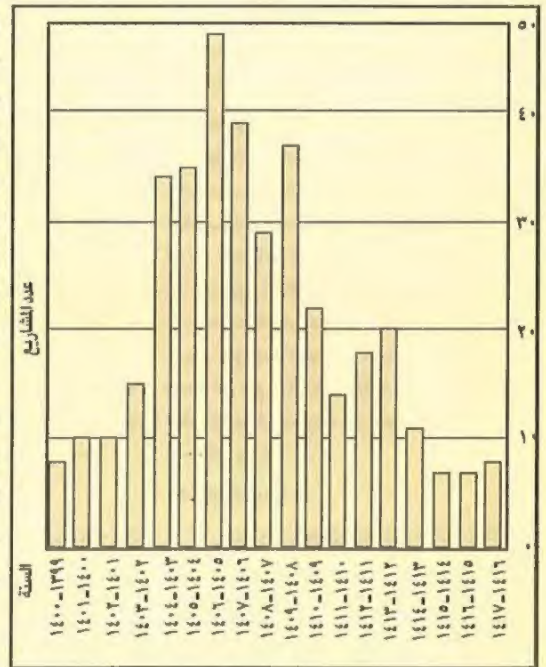
والذي يمكّن الباحثين من الحصول على نصوص كاملة مطبوعة من كافة الجداول ، والمقالات ، والتقارير ، وتقارير الحالات ، ورؤساء التحرير في المجالات الطبية والمراسلات . والبرنامج مخزن على قرص فائق السعة التخزينية يتم تحديثه مرتين سنوياً ، ومن الجدير بالذكر أن المجالات الطبية التي يوفرها المركز على أقراص هي ما يلي :-

● مدونات الطب الباطني (Annals of internal Medicine) للأعوام ١٩٨٦ - ١٩٩٣ م .

● مجلة الطب البريطانية (British Medical Journal) للأعوام ١٩٨٦ - ١٩٩٣ م .

● لانسيت (The Lancet) ( من عام ١٩٨٦ - ١٩٩٣ م ) .

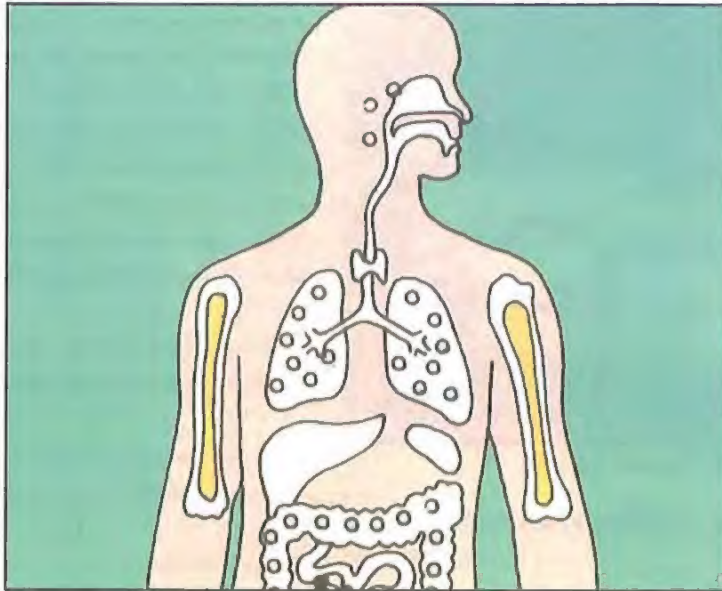
● مجلة نيو إنجلاند للطب (The New England Journal of Medicine) للأعوام ١٩٨٦ - ١٩٩٣ م .



● شكل (١) المشاريع المجازة بالمركز (١٣٩٩-١٤١٦) .

# علم المناعة

د. / هاشم حسن عروة



المناعة هو العلم الذي يبحث في كيفية حماية الجسم لنفسه من العوامل الخارجية الضارة المسببة للمرض ، وهي بمعنى أوضح مقاومة مسببات المرض الناجمة عن العوامل البيئية

سواء كانت البيئة الأحيائية مثل الجراثيم بأنواعها والنباتات كحبوب اللقاح والحيوانات كالأمصال والحشرات ، أو البيئة الفيزيائية كغبار الأسمنت والإسبستوس ، أو البيئة الكيميائية كالمعادن والمواد الكيميائية والأدوية والأصبغ وغيرها .

على غدد زهمية (Sebaceous Glands) وغدد عرقية (Sweat Glands) تنتج مواد قاتلة للجراثيم ، وفوق ذلك فإن العرق عند إفرازه يساعد في غسل الجلد ، والشعر مما يعيق تحركات الجراثيم .

• الأغشية المخاطية : وتوجد في الجهاز التنفسي والهضمي ، و التناسلي والبولي ، وهي إضافة إلى صعوبة اختراق الجراثيم لها تفرز مواد مخاطية تعمل على إعاقة تحرك الجراثيم وتمنعها من اختراق الغشاء حتى يسهل الخلاص منها ، بخروجها عبر الجهاز الهضمي مع البراز ، أو عبر الجهاز البولي مع البول أو عبر الجهاز التنفسي بعد السعال مع الإفرازات المصاحبة لحركة الشعيرات الموجودة على سطح الغشاء المخاطي وهكذا .

## • البلعمة

البلعمة (Phagocytosis) هي ابتلاع وقتل وهضم الكائنات والمواد الغريبة بواسطة الخلايا البيضاء المعروفة بالبلعميات وهي نوعان :

• البلعميات الكبيرة (Macrophages) : كخلية الدم البيضاء المعروفة بالوحيدة

المرض ، وهي بمثابة خط الدفاع الأول عن الجسم لذا سميت بالغريزية أو الأساسية (Non Specific) وهي مناعة غير نوعية بمعنى أنها توجه نحو جميع أنواع العوامل الخارجية الضارة بالجسم دون استثناء .

من الواضح مما سبق أعلاه أن المناعة الفطرية هي الحماية الأساسية للجسم في بيئة مليئة بالعوامل المعادية لها، فمتى صحت البيئة تحسن الوضع الصحي للجسم ومتى ساءت تزداد الوضع الصحي للجسم ويصاب الجهاز المناعي بالإخفاقات لكثرة الضغوط عليه من عوامل ضارة تزخر بها البيئة.

تعمل المناعة الفطرية وفق آليات خاصة تعمل جميعها لتوفير الحماية اللازمة للجسم، ويمكن تفصيل تلك الآليات فيما يلي :-

## • ميكانيكية

الآليات الميكانيكية عبارة عن استحكامات قوية تعمل على طرد الأجسام الغريبة عن الجسم ، وتتمثل فيما يلي :-

• الجلد : ويمثل حاجز لصد الأجسام الغريبة يصعب اختراقه ميكانيكياً إلا بالجرح أو الطعن ، إضافة إلى أنه يحتوي

يواجه الجسم العوامل البيئية المؤثرة عليه عن طريق أجهزة متخصصة يعمل بعضها مع بعض في غاية من التكامل والانسجام بحيث إذا تخطت جهاز عن أداء وظيفته تأثرت بقية الأجهزة ، وأصيب الجسم بالمرض والعجز وربما الموت . فبالإضافة للجهاز التنفسي ، والهضمي ، والعصبي والتناسلي والبولي يعد الجهاز المناعي الأكثر تخصصاً في توفير الحماية اللازمة للجسم من المؤثرات البيئية وذلك عن طريق نوعين من المناعة هما المناعة الفطرية ( Natural Immunity ) والمناعة المكتسبة ( Acquired Immunity ) .

## المناعة الفطرية

المناعة الفطرية ( الغريزية ) هي وظيفة يقوم بها الجهاز المناعي في اللحظات الأولى من تعرض الجسم للخطر في محاولة عنيدة منه لمنع تمكن العوامل الخارجية من الدخول ، أو محاولة القضاء عليها - في حالة دخولها للجسم - وإبادة قبل تمكنها من احتلال الأنسجة ، حيث تتكاثر وتسبب



## الجهاز المناعي

يشتمل الجهاز المناعي على النخاع العظمي، والطحال، والغدد الليمفاوية المنتشرة في جميع أجزاء الجسم، والبلاعم الثابتة في جميع الأنسجة، وكذلك الخلايا البدينة (Mast cells) التي تتواجد أيضاً في مختلف الأنسجة، ثم الكريات البيضاء الأخرى التي تتواجد بكثرة في الدورة الدموية والدورة الليمفاوية مما يتيح لها الحركة من جزء لآخر حسب الحاجة.

يبدأ إنتاج الخلايا المكونة للجهاز المناعي بالخلايا الجذعية (Stem Cells) التي هي أصل خلايا الدم البيضاء والصقائح الدموية (Platelets). تتكون خلايا الدم البيضاء - خلايا الجهاز المناعي - من الخلايا الليمفاوية (Lymphoid) والخلايا النخاعية (Myeloid). يكتمل نمو بعض الخلايا الليمفاوية في الغدة الصعترية (Thymus) لتكوين خلايا «ت»، أما البعض الآخر فيكتمل نموه في النخاع العظمي لتكوين خلايا «ب» (B-cells). هذان النوعان من الخلايا الليمفاوية هما المسؤولان عن تفعيل الاستجابة المناعية، وبالتالي توفير المناعة المكتسبة النوعية.

### ● خلايا «ب»

تغادر خلايا «ب» النخاع العظمي فور اكتمال نموها لتستقر في الأنسجة الليمفاوية خاصة الطحال والغدد الليمفاوية، حيث تقوم بالتفاعل مع المستضدات الناتجة عن ابتلاع وقتل وهضم الكائنات الغريبة بواسطة الخلايا الليمفاوية، لذا فإن المستضدات المذكورة عبارة عن جزيئات بروتينية موجودة على أسطح البلاعم لتتفاعل مع خلايا «ب» لإنتاج المضادات (antibodies) المناسبة، وهكذا تتكون الاستجابة المناعية الخلطية (Humoral Immune Response) أو المناعة الخلطية المكتسبة (Humoral Acquired Immunity).

ومما يجدر ذكره أن خلايا «ب» لا تقوم بمفردها بهذا العمل المناعي ولكنها تحصل على كثير من العون من خلايا «ت» التي تقوم بإفراز مواد الإنترلوكنينات (Interleukins) حيث إنها عندما تواجه الأجسام الغريبة المتبقية على

## ● عوامل خلطية

وهي كثيرة وعبارة عن بروتينات مختلفة تتواجد بكثرة في الدم وتتزايد معدلاتها عند مرض الجسم لتساعده في مواجهة مسببات المرض من كائنات غريبة مما يؤدي إلى الخلاص منها. وتعرف هذه البروتينات «بروتينات الطور الحاد» أي (Acute Phase Proteins). ومن أهم هذه البروتينات بروتينات الجهاز المتمم (Complement) التي تدعم عملية البلعمة وتعمل على ثقب أغشية الخلايا الغريبة كالجراثيم مما يؤدي إلى تطلها وموتها.

إضافة لذلك هناك مواد أخرى تساعد في الحماية الفطرية تنتجها الكريات البيضاء بأنواعها وبغيرها من الخلايا تسمى بمجموعة الإنترفيرونات (Interferons) التي تحول دون دخول الفيروسات إلى خلايا الجسم الصحيحة فضلاً على أنها تمنع توالدها وتكاثرها إذا دخلت الجسم.

## المناعة المكتسبة

المناعة المكتسبة (Acquired Immunity) هي المناعة التي يكتسبها الجسم نتيجة لتفاعل الجهاز المناعي مع عامل خارجي اخترق دفاعات الجسم واحتل الأنسجة وربما سبب مرضاً ظاهراً. فالمناعة المكتسبة في الواقع هي مناعة نوعية (Specific Immunity) تعمل ضد عامل تعرض له الجسم مما جعل الجهاز المناعي يضع خطة «طويلة» المدى لاستنباط الليات لمقاومة المرض الذي سببه ذلك العامل بالذات وليس سواه، فهي إذن استجابة لكل مرض على حدة ولتصلح ضد مرض آخر يسببه عامل مختلف، وهو ما يسمى بالاستجابة المناعية.

تستند المناعة المكتسبة أو الاستجابة المناعية على ثلاثة أسس تتمثل في وجود جهاز مناعي فعال، ووجود جزيئات (Molecules) صادرة من العوامل المعادية تعرف بالمستضدات (Antigens) تتعرف عليها خلايا الجهاز المناعي وتتفاعل معها ومنتجات التفاعل بين الجهاز المناعي والمستضدات وتشمل مضادات (Antibodies) ومستقبلات (Receptors) ومواد التهابية.

(Monocyte) وكثير من الخلايا البلعمية الثابتة في الأنسجة كخلايا كوبفر (Kupffer cells) في الكبد وخلاف ذلك.

● البُلَيْعِمَات (Microphages): وهي كريات الدم البيضاء مثل الخلايا متعادلة الاصطباغ (Neutrophils) والخلايا حامضية الاصطباغ (Eosinophil). ويتميز هذا النوع من الخلايا بأنها أصغر حجماً من البلاعم وذات نواة مقصصة، ويتكاثر عددها أثناء الالتهابات الحادة إذ يصل معدلها في الدم إلى أكثر من ٦٠٪ من مجموع الكريات البيضاء.

تبدأ عملية البلعمة بالانجذاب الكيميائي نحو العامل الغريب ويتم الالتحام بالبلاعم بواسطة أرجلها الكاذبة (Pseudopodia) حتى يتم احتواؤه داخل الخلية البلعمية، وأثناء ذلك يتم قتل العامل الغريب إن كان حياً نتيجة لإفراز بروكسيد الهيدروجين ( $H_2O_2$ ) ومشتقاته. بعدها تبدأ عملية هضمه بواسطة انزيمات متعددة تفرزها حبيبات موجودة في الهيولي (Cytoplasm) وهكذا تتخلص البلاعم من العوامل المعادية.

### ● الخلايا القاتلة

تعمل الخلايا القاتلة على قتل الخلايا المعادية الكبيرة التي لا تستطيع البلاعم التهامها بسبب كبر حجمها، ومن ذلك مثلاً خلايا الجسم التي اخترقها أحد الفيروسات المسببة للأمراض وجعلها مصدر عدوى ومرض لبقية الخلايا الصحيحة، والخلاص منها يقتلها، والخلايا السرطانية، وخلايا الطعم (graft) عندما يكون الشخص المانح للطعم متوافق مع المريض وراثياً وهكذا.

وهناك نوعان من الخلايا القاتلة تعملان بنشاط أثناء المناعة الفطرية هما كما يلي :-

● خلايا طبيعية قاتلة (Natural Killer Cells): وهي أكبر الخلايا الليمفاوية وذات حبيبات كثيرة تحتوي انزيمات تعمل على اختراق الغشاء الخلوي للخلايا المعادية مما يسبب تطلها وموتها.

● خلايا حامضية الاصطباغ: وهي متخصصة في قتل الديدان التي تصيب الجسم مثل دودة البلهارسيا عن طريق التصاقها على سطح الدودة ومن ثم إفراز انزيمات تتفاعل مع الدودة لتقضي عليها.

ينتج كل صنف من هذه الأصناف بواسطة مجموعة متخصصة من الخلايا البلازمية .

وعليه فإن هناك خمس مجموعات مختلفة من الخلايا البلازمية ينتج كل نوع منها صنفاً معيناً ، فمثلاً المجموعة « ج » تنتج الجلوبيولين المناعي « ج » ، والمجموعة « أ » تنتج الجلوبيولين المناعي « أ » وهكذا .

تُكوّن الأجسام المضادة المذكورة أساس المناعة الخلطية المكتسبة حيث يتم تفاعلها مع المستضدات وفق الآلية التالية :

أولاً : تتفاعل الأجسام المضادة مع المستضدات المتواجدة على أسطح الخلايا الغريبة بما فيها الجراثيم مما يؤدي إلى سهولة بلعمتها بواسطة البلاعم والبليعمات .

ثانياً : يؤدي ارتباط المستضد بالمضاد إلى استثارة وتفعيل الجهاز المتمم (Complement) - يُنتج في الكبد ويتواجد طبيعياً في الدم أو البلازما - الذي بدوره يعمل على إنتاج إنزيمات تستطيع اختراق أغشية الخلايا الغريبة ، مما يؤدي إلى موتها بعد أن يتم بلعمتها وعليه فإن في تفعيل المتمم دعماً لعملية البلعمة كما ذكر سابقاً عند تناول المناعة الفطرية .

ثالثاً : يوجد على أسطح بعض الخلايا القاتلة مستقبلات لبعض أجزاء جزيء

الإنسان مستضدات التوافق النسيجي ( Histocompatibility Antigens ) وتعرف باسم مستضدات «هالا» (HLA antigens) وهي صنفان : يوجد الصنف الأول على أسطح جميع خلايا الجسم ما عدا كريات الدم الحمراء ، أما الصنف الثاني فيوجد على بعض الخلايا مثل الخلية «ب» والخلايا البلعمية وخلايا أخرى . تكتسب مستضدات «هالا» أهمية عظيمة في نجاح الطعم أي ما يسمى بعمليات نقل الأعضاء والأنسجة مثل نقل الكلية ونقل نخاع العظمي وخلاف ذلك ، إذ يتم التوافق النسيجي بين الشخص المتبرع والشخص المستفيد بمقارنة مستضدات «هالا» التي إذا اختلفت بين المتبرع والمستفيد فإن عملية النقل لن تنجح . كذلك تلعب مستضدات هالا دوراً رئيسياً في تفعيل الاستجابة المناعية إذ إن البلاعم عندما تُعرض لمستضدات العوامل الغريبة على سطحها فإنه يشترط أن ترتبط على أسطح مستضدات «هالا» (الصنف الثاني) حتى تستطيع مستقبلات الخلية «ت» المساعدة التفاعل معها .

من جانب آخر يعمل الصنف الأول من مستضدات «هالا» على مساعدة الخلية القاتلة «ت أ» في التعرف على الخلايا الغريبة ، ومن ثم قتلها .

### منتجات الاستجابة المناعية

منتجات الاستجابة المناعية هي مواد ينتجها الجهاز المناعي نتيجة تعرضه لأجسام غريبة ويمكن استعراض تلك المنتجات فيما يلي :

#### ● الأجسام المضادة

الأجسام المضادة هي جزيئات بروتينية تنتمي إلى مجموعة الجلوبيولينات (Globulins) تفرزها الخلايا البلازمية المتولدة من الخلية «ب» ، وتعرف بالجلوبيولينات المناعية (Immuno-globulins - Ig) وتأتي هذه الجلوبيولينات في خمسة أصناف هي جلوبيولين المناعة «ج» (IgG) و «أ» (IgA) و «م» (IgM) و «د» (IgD) و «إي» (IgE) .

أسطح الخلايا البلعمية تعمل على تحفيز ومساعدة خلايا بلازمية (Plasma Cells) ، وهي خلايا متخصصة في إنتاج أنواع مختلفة من المضادات .

#### ● خلايا «ت»

بعد اكتمال نمو الخلايا «ت» فإنها تتجه إلى الطحال والغدد الليمفاوية . وهناك نوعان من خلايا «ت» هما :

«ت أ» : وتعرف بخلايا «ت أ» المساعدة (Helper T Cell) إذ إنها عن طريق إنتاجها لمراتبات الإنترليوكينات تعمل على مساعدة الخلايا «ب» على التكاثر لتصبح خلايا بلازمية . كما أنها تساعد خلايا «ت أ» - بواسطة مواد الإنترليوكينات - على القضاء على الأجسام الغريبة .

«ت أ» : وهي خلايا تحمل مستقبلات على أسطحها ، وهذه المستقبلات عبارة عن جزيئات نوعية تتفاعل مع مستضدات على أسطح خلايا غريبة مثل الخلايا السرطانية أو الخلايا التي دخلها فيروس مما يتيح للخلية «ت أ» الالتصاق بالخلية الغريبة وإفراز إنزيمات لقتلها ، لذا فهي تسمى بالخلية «ت أ» القاتلة ويرمز لها باسم الخلية (Cytotoxic T - Cells) ولكي تصبح لخلايا «ت أ» مستقبلات وتكون قاتلة أيضاً فإنه لا بد لها من إنترليوكينات تحصل عليها من الخلية «ت» المساعدة .

### المستضدات

المستضدات هي جزيئات على أسطح خلايا الكائنات الغريبة تتعرف عليها خلايا الجهاز المناعي لينتج بموجيها أجسام مضادة للقضاء على الكائن الغريب ، وفي كثير من الأحيان تتواجد المستضدات كجزيئات مستقلة ، مثل جزيئات البروتينات في سوائل الجسم كالـ بلازما ، أو السموم التي تفرزها بعض الجراثيم ، وتعد الأجزاء البروتينية أقوى المستضدات نسبة لكبر حجمها وتركيبها الكيميائي المعقد تليها متعددات السكريات (Polysaccharides) ، أما باقي المواد فيمكن اعتبارها مستضدات ناقصة أو ضعيفة وليس لها أثر إلا إذا ارتبطت بالبروتين أو متعدد السكريات . ومن أهم المستضدات في جسم



● أحد أعراض مرض الإيدز.





● التهاب المفاصل الروماتيزمي أحد أمراض المناعة الذاتية.

استجابة مناعية نوعية ضارة، وهي نوعان خلطية أشهرها النوع المعروف بالتأتب (Atopy) مثل الحمى القشبية (Hay Fever) ومعظم حالات الربو، والأكزيميا التأتبية وحساسية الأطعمة وخلاف ذلك. أما النوع الآخر من الحساسية فهو خلوي (Cellular) مثل التهابات الجلد التي تنتج من التصاق صيغة الشعر بالجلد، ومواد التجميل والأسورة غير الذهبية وخلاف ذلك كثير.

### ● أمراض المناعة الذاتية

تنتج أمراض المناعة الذاتية (Autoimmune Diseases) عندما تتغير مستضدات خلايا الجسم نتيجة مرض أو تسمم أو خلافه مما يتسبب في صعوبة تعرف الجهاز المناعي عليها فيعامل معها كخلايا غريبة. ومن أمثلة ذلك أمراض الغدد الصماء كالغدة الدرقية، وجزر لانجراهانز في البنكرياس في مرضى السكري، وبعض مستضدات كريات الدم الحمراء في بعض مرضى فقر الدم (Anaemia) وهكذا.

مناعة مكتسبة موجهة تعتمد على مناعة ضد مرض بعينه. غير أن لجهاز المناعة إخفاقاته بسبب التعرض والتشوهات الخلقية مما ينتج عنه نقص المناعة وضعفها ومن ثم إصابة الجسم بشتى الأمراض. ويمكن ذكر بعض إخفاقات ومرض الجهاز المناعي فيما يلي :-

### ● نقص المناعة

يمكن تصنيف نقص المناعة (Immuno Deficiency) إلى نقص أولي ونقص ثانوي.

● **النقص الأولي :** هو نقص تشوهي يولد به الطفل ومن أمثلة ذلك عيوب نمو البلعميات مما يضعف المناعة الفطرية، عدم اكتمال الغدة الصعترية الذي

يؤدي إلى عدم نمو الخلايا « ت » مما يضعف الاستجابة المناعية الخلوية، من جهة أخرى يؤدي عدم نمو الخلايا « ب » إلى نقص المناعة الخلطية بسبب غياب إنتاج الأجسام المضادة، كذلك تؤدي تشوهات النخاع العظمي إلى قلة الخلايا الجذعية التي تتكون منها الخلايا « ت » والخلايا « ب » مما يتسبب في نقصان المناعة المكتسبة بشقيها الخلوي والخلطي.

● **النقص الثانوي :** ومنه العديد من الحالات سواء للمناعة الفطرية أم المكتسبة ومن هذه الحالات على سبيل المثال لا الحصر: سوء التغذية، الأمراض الجرثومية وأشهرها مرض نقص المناعة المكتسبة (Acquired Immuno Deficiency Syndrome) أي مرض الإيدز (AIDS) الذي يسببه فيروس الإيدز (HIV1)، وكذلك الأمراض المزمنة مثل مرض السكري والسرطان وخلاف ذلك. أضف إلى ذلك الإشعاعات الذرية وكثير من الأدوية والمواد الكيميائية وهكذا.

### ● الحساسية

التحسس أو الحساسية (Hypersensitivity or Allergy) عبارة عن

الجلوبولينات المناعية خاصة « ج » (IgG) يمكن بواسطتها الالتصاق بأي خلية غريبة وإتاحة الفرصة للخلية القاتلة لإفراز إنزيمات تخترق غشاء تلك الخلية الغريبة مما يؤدي إلى تحللها وموتها.

رابعاً : تفرز بعض الجراثيم مستضدات في شكل سموم مثل سموم التيتانوس والغرغرينا والدفتريا تؤدي إلى تسمم الجسم. ولكن في المقابل تعمل الأجسام المضادة « ج » (IgG) و « م » (IgM) على الارتباط بهذه السموم وتعادلهما، مما يتيح إزالتها من الجسم.

### ● المواد الالتهابية

تعرف المواد الالتهابية بالليمفوكينات (Lymphokines)، وهي تفرز بواسطة الخلية « ت » بعد تفاعلها مع المستضدات الغريبة على أسطح البلاعم. وتعمل المواد الالتهابية بشكل غير نوعي، وبسبب ذلك فهي تأتي في أنواع كثيرة، فمنها ما يمنع هجرة البلعميات من النسيج المريض حتى يتم القضاء على الكائن المعادي، ومنها ما ينشط تكاثر الكريات البيضاء بشكل عام حتى تتوفر أعداد كافية منها، ومنها المادة المعروفة بانترغرين « جاما » التي تمنع اختراق الفيروسات للخلايا وتكاثرها، كما أنها تنشط عملية البلعمة عند البلاعم غير النشطة وكذلك الخلايا ذات الطبيعة القاتلة وهكذا.

### ● مستقبلات الخلية « ت »

مستقبلات الخلية « ت » هي مستقبلات نوعية تعمل وفق آلية المناعة الخلوية النوعية بظهورها على أسطح الخلايا القاتلة لتتفاعل مع المستضدات المرتبطة بسطح خلية غريبة بعينها، وعلى أثر ذلك تقوم الخلايا القاتلة بإفراز إنزيمات تقضي على الخلية الغريبة المذكورة فتتحلل وتموت بأثر الإنزيمات التي تفرزها الخلية القاتلة.

### إخفاقات الجهاز المناعي

من الواضح أن حماية الجسم بواسطة الجهاز المناعي تبدأ - كخط دفاع أول - بالمناعة الفطرية (غير نوعية) ثم تنتقل إلى



وعندئذ تترك نخاع العظام وتنتشر في جميع أجزاء الجسم المختلفة ، إلا أنها تتركز في الدم والطحال واللوزتين والعقد الليمفاوية . وعند تعرض الجسم لأجسام غريبة يتم إثارة خلايا « ب » لإنتاج أجسام مضادة تعرف باسم الأجسام المناعية (Imunoglobulins-Ig) . وتشمل هذه الأجسام خمسة أنواع هي (IgM, IgG, IgA, IgE, IgD) . والتي سيتم تناولها بالتفصيل في مقال آخر .

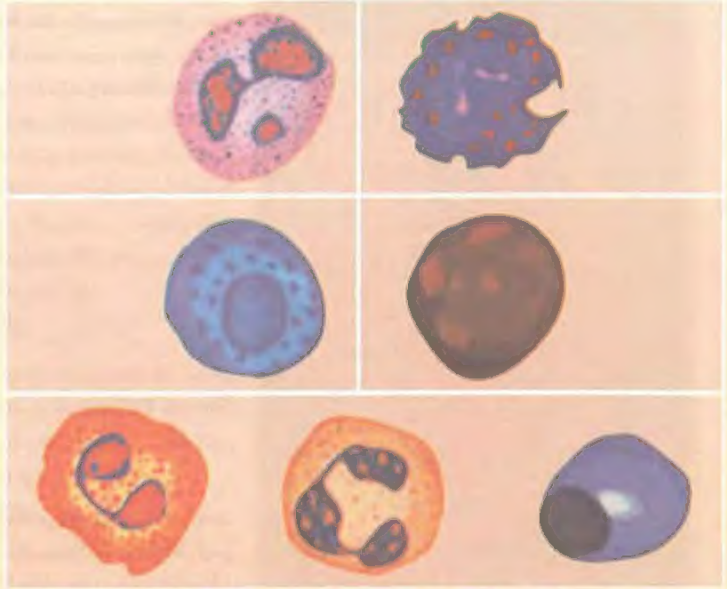
### ● خلايا « ت »

تتكون خلايا « ت » (T. Lymphocytes) في نخاع العظام إلا أنها تتركه قبل أن يكتمل نموها (Pre-mature) ولذا لا يمكنها المشاركة في أي من عمليات جهاز المناعة ، ثم تتجه إلى الغدة الصعترية (Thymus) - بواسطة مواد جاذبة معينة تفرزها هذه الغدة - وتبقى فيها حيث يتم انقسامها ويكتمل نموها ، ومن ثم تتركها وتنتشر في أجزاء الجسم المختلفة لتشارك في الاستجابة المناعية .

وتنقسم خلايا « ت » الناضجة إلى ثلاثة

أنواع هي :-

● خلايا « ت » المساعدة (Helper T Cells - Th) : وتحمل دلالات سطحية من نوع CD<sub>4</sub> (CD) عبارة عن جليكوبروتينات ملتصقة بالغشاء الخارجي للخلايا ويرمز لها بأرقام مختلفة للتمييز بين أنواعها العديدة ) تميزها عن باقي أنواع خلايا « ت » الأخرى . وتقوم هذه الخلايا بدور رئيس في تنشيط وتنظيم عمل خلايا جهاز المناعة عن طريق إفراز عدد من المواد البروتينية تعرف بمحفزات الخلايا (Cytokines) مثل الإنترلوكين (Interleukin) والإنترفيرون (Interferon) التي تساعد على انقسام ونمو وتكاثر الخلايا المختلفة لجهاز المناعة وتنشيطها حتى تُصبح في حالة تأهب دائم للمشاركة في عملية الدفاع عن الجسم . ويوضح الجدول (١) بعض محفزات الخلايا ، ومصادرها ، وتأثيرها .



## خلايا الجهاز المناعي

### د. فاتن الزامل

يحتوي جسم الإنسان على وسائل دفاع وحماية مختلفة يستطيع من خلالها وقاية نفسه والحفاظ عليها ضد خطر الأجسام الغريبة ( المستضدات ) من فيروسات وفطريات وبكتيريا وغيرها . تبدأ وسائل حماية الجسم بالجلد ، والأغشية المخاطية المبطن للأنف ، وأهداب الخلايا المبطن للقصبة الهوائية ، والوسائل الحامضية بالمعدة ، والعصارة الصفراوية بالأمعاء . وإذا استطاعت هذه الأجسام الغريبة عبور وسائل الحماية السابقة فإنها تواجه بوسائل حماية أخرى ، تتمثل في الجهاز المناعي الذي يتكون من عدة أعضاء وأنسجة يتم فيها إنتاج ونمو وانقسام عدد من الخلايا التي تقوم إما بالتهام الكائنات الضارة وتكسيرها أو تكوين أجساماً مضادة لها للحد من نموها وتكاثرها ووقف ضررها وتأثيرها والقضاء عليها .

### الخلايا الليمفاوية الأولية

تشتمل الخلايا الليمفاوية الأولية على ثلاثة أنواع من الخلايا هي :

### ● خلايا « ب »

تتكون خلايا « ب » (B. Lymphocytes) في نخاع العظام وتبقى فيه إلى أن يكتمل نموها وتصبح خلايا فعالة يمكنها أن تشارك في مهاجمة الأجسام الغريبة ،

تعد الخلايا الدموية الجذعية (Stem Cells) الموجودة في نخاع العظام أصل جميع خلايا الجهاز المناعي (كريات الدم البيضاء) بالإضافة إلى الصفائح الدموية ، وكريات الدم الحمراء ، شكل (١) ، وسيتم في هذا المقال - بمشيئة الله - التركيز بصفة أساس على خلايا الجهاز المناعي التي تقسم إلى نوعين من الخلايا هما الخلايا الليمفاوية الأولية (Lymphoid Progenitor) ، والخلايا النخاعية الأولية (Myeloid Progenitor) .



## خلايا الجهاز المناعي

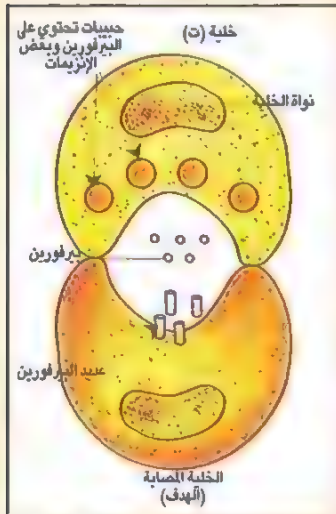
في نهاية فترة المرض عندما يتخلص الجسم من الجراثيم ، وذلك بإفراز عدد من المواد المثبطة التي تؤثر على خلايا المناعة المشاركة في محاربة الأجسام الغريبة ، وتحولها من الحالة الفعالة أو النشطة إلى الحالة الطبيعية الخاملة (Resting Form) في نهاية فترة الالتهاب .

### ● الخلايا القاتلة والقاتلة الطبيعية

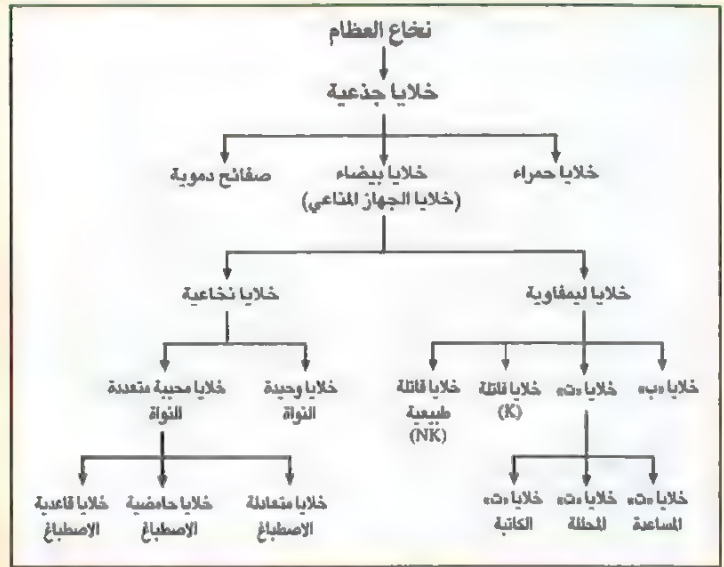
تساعد الخلايا القاتلة والقاتلة الطبيعية (Killer (K) and Natural Killer - NK) الجهاز المناعي على مواجهة وتحطيم الخلايا المصابة بالفيروسات والخلايا السرطانية . وتتميز الخلايا القاتلة بسهولة تنشيطها بمواد تفرزها خلايا « ت » الليمفاوية فتحولها إلى خلايا قاتلة منشطة (Lymphocid Activated killer Cells-LAK) . بينما تعمل الخلايا القاتلة الطبيعية دون تنشيط أو تحول إلى نوع آخر من الخلايا .

### الخلايا النخاعية الأولية

تنقسم الخلايا النخاعية الأولية (Myeloid Progenitor) إلى عدة أنواع من الخلايا أهمها :-



● شكل (٢) عملية إلتهام وقتل خلايا « ت » المحللة لخلية مصابة.



● شكل (١) خلايا جهاز المناعة.

● خلايا « ت » المحللة للخلايا (Polymerization) البيرفورين لتكوين عديد البيرفورين (Polyperforin) ، وهي مادة صلبة اسطوانية الشكل تخترق سطح الخلية المصابة مما يؤدي إلى قتلها والتخلص منها ، وتترك الخلية «ت» المحللة الخلية المصابة - قبل قتلها كلية - لتموت وحدها وتبعث عن خلايا أخرى مصابة لتلتحم بها وتبدأ في قتلها ... وهكذا .

● خلايا « ت » الكاتبة (Suppressor T Cells - Ts) : ويطلق عليها أيضاً الخلايا القامعة ، وهي تحمل دلالات سطحية من نوع CD8 ، وتشارك في تنظيم عملية الدفاع التي تقوم بها خلايا جهاز المناعة ، حيث يأتي دورها

● خلايا « ت » المحللة للخلايا (Cytotoxic T cells-Tc) : وتحمل دلالات سطحية من نوع CD8 ، وهي تقوم بدور المراقب في الجسم نظراً لقدرتها على التعرف على الخلايا المريضة أو المصابة التي تعرف بالخلية الهدف (Target Cell) حيث يوجد على سطحها مواد غريبة تميزها عن الخلايا السليمة الأخرى . ويوضح الشكل (٢) كيفية إلتهام وقتل خلايا « ت » المحللة للخلايا المصابة ، حيث تقوم كل خلية « ت » بالالتصام بخلية مصابة ، ثم تفرز مادة وبعض الإنزيمات التي تعمل على بلمرة

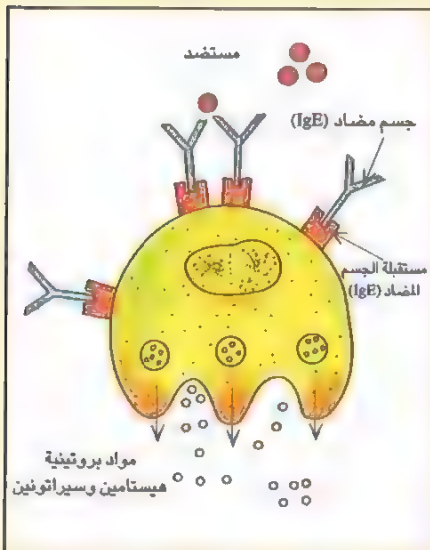
المحفر	خلايا المصدر	الخلايا النشطة
انترفيرون - جاما	«ت» المساعدة ، والقاتلة الطبيعية	الملتزمة ، والليمفاوية
انترلوكن - ٢	«ت» المساعدة	الملتزمة ، والليمفاوية
انترلوكن - ٤	«ت» والبديئة	الملتزمة ، والليمفاوية
انترلوكن - ٥	«ت» والبديئة	حامضية الاصطبغ
انترلوكن - ٦	«ت» وخلايا أخرى	الليمفاوية والصعترية
انترلوكن - ١٠	«ت» والملتزمة	الملتزمة ، والبديئة ، والقاتلة الطبيعية
انترلوكن - ١٢	«ت» ، «ب»	تاء ، والقاتلة الطبيعية

● جدول (١) بعض أنواع محفزات الخلايا ، ومصادرها ، وتأثيرها .

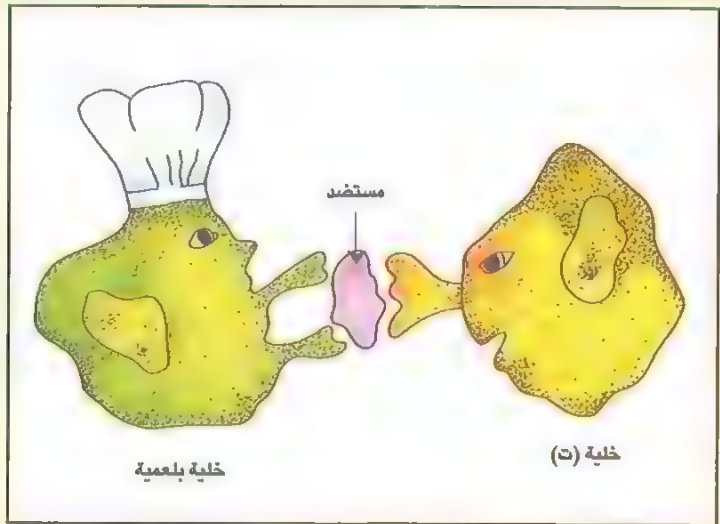


الدم من ٢٪ إلى ٥٪ من العدد الكلي لكريات الدم البيضاء ، وتزداد هذه النسبة عن معدلها الطبيعي عند إصابة الجسم بالحساسية ، وتحتوي الخلايا حامضية الاصطبغ على نواة ذات فصين وعدد من الحبيبات التي تفرز إنزيمات لها القدرة على تحليل الأجسام كبيرة الحجم - لا تتمكن الخلية من ابتلاعها - مثل الديدان الطفيلية ، ولذا نجد أنه من الدلالات المميزة للإصابة بأمراض الديدان الطفيلية زيادة عدد الخلايا حامضية الاصطبغ عند المصابين بها .

• خلايا قاعدية الاصطبغ (Basophils) : وتتراوح نسبتها ما بين ٠,٥٪ إلى ١٪ من الخلايا الحبيبية ، ويوجد على سطحها مستقبلات الأجسام المضادة ، شكل (٤) ، من نوع (IgE) التي تسبب عند اتحادها مع الأجسام الغريبة الخاصة بها قيام الخلية بإفراز عدد من المواد الفعالة الموجودة في حبيبات السيستوبلازم مثل الهيستامين والسيتراتونين حيث تعمل هذه المواد على زيادة الإفرازات المخاطية في القصبة الهوائية ، وانقباض عضلات الجهاز التنفسي ، وزيادة نفاذية الأوعية الدموية



شكل (٤) خلية محببة قاعدية الاصطبغ.



• شكل (٣) عملية ابتلاع وتكسير وتقديم مستضد من خلية بلعمية إلى خلية « ت » .

### • خلايا وحيدة النواة

توجد الخلايا وحيدة النواة (Monocytes) في الدم ولها القدرة على النفاذ من خلال جدران الأوعية الدموية لتصل إلى الأعضاء والأنسجة المختلفة للجسم ، حيث تصبح أكثر نضجاً ونمواً وتسمى حينئذ بالخلايا البلعمية (Phagocytic Cells) أو الخلايا المقدسة أو العارضة للأجسام الغريبة (Antigen Presenting Cells - APCs). وتمثل مشاركة الخلايا البلعمية في عمل الجهاز المناعي للجسم في ابتلاع المواد الغريبة (المستضدات) وتكسيرها وإعادة عرضها على سطح الخلية في صورة مواد بروتينية بسيطة يمكن تقديمها إلى خلايا « ت » الليمفاوية ، شكل (٣) ، التي لا يمكنها التعرف على المواد الغريبة في الجسم إلا في هذه الصورة ، وذلك على العكس من خلايا « ب » الليمفاوية التي يمكنها التعرف على المواد الغريبة بشكلها الطبيعي وهي تسبح حرة الحركة في جسم الإنسان .

### • خلايا محببة

تحتوي الخلايا الحبيبية (Granulocytes) على نواة مفصصة (Polymorphonuclear) وعدد من الحبيبات في السيستوبلازم ،

وتتراوح نسبتها في الدم من ٦٠٪ إلى ٧٠٪ من العدد الكلي لكريات الدم البيضاء ، وتنتج هذه الخلايا في نخاع العظام بأعداد هائلة تصل إلى حوالي ٨٠ مليون خلية/ دقيقة ، وقد يرجع ذلك إلى قصر عمرها - لا يزيد عن ٣ أيام - مقارنة بعمر باقي الخلايا الأخرى .

تنقسم الخلايا الحبيبية إلى ثلاثة أنواع - تبعاً لتفاعل الحبيبات مع الأصبغة النسيجية الحامضية والقاعدية - وهي كما يلي :-

• خلايا متعادلة الاصطبغ (Neutrophils) : وتصل نسبتها إلى حوالي ٩٠٪ من العدد الكلي للخلايا الحبيبية ، وتقوم هذه الخلايا بإفراز عدد من الإنزيمات - من الحبيبات الموجودة في السيستوبلازم - إما داخل الخلية لتحليل المواد المبتلعة صغيرة الحجم وإما خارج الخلية لتحليل المواد كبيرة الحجم التي يتعذر على الخلية ابتلاعها .

• خلايا حامضية الاصطبغ (Eosinophils) : وتبلغ نسبتها في

تنشيطها بإفراز إنزيمات مختلفة تعمل على استدراج واستقطاب خلايا جهاز المناعة إلى مكان الالتهاب. كما تؤدي محفزات الخلايا إلى تنشيط خلايا «ب» الليمفاوية وحثها على الانقسام والتكاثر وإفراز الأجسام المضادة المختلفة التي تسهل - عند اتحادها مع الأجسام الغريبة - عملية ابتلاعها بواسطة الخلايا الملتزمة، كما تعمل تلك الأجسام المضادة على تنشيط الجهاز المتمم (Complement) الذي يعمل على تحلل الأجسام الغريبة.

وفي نهاية الالتهاب يأتي دور خلايا «ت» المثبطة أو الكابتة (Ts)، شكل (٥)، التي تؤثر على كل من خلايا «ب» و«ت» الليمفاوية وتوقف إفرازات كل من محفزات الخلايا التي تفرزها خلايا «ت» المساعدة (Th)، والأجسام المضادة التي تفرزها خلايا «ب»، ومن ثم يتوقف تأثيرهما المنشط على خلايا جهاز المناعة المختلفة وتعود إلى حالتها الطبيعية غير النشطة.

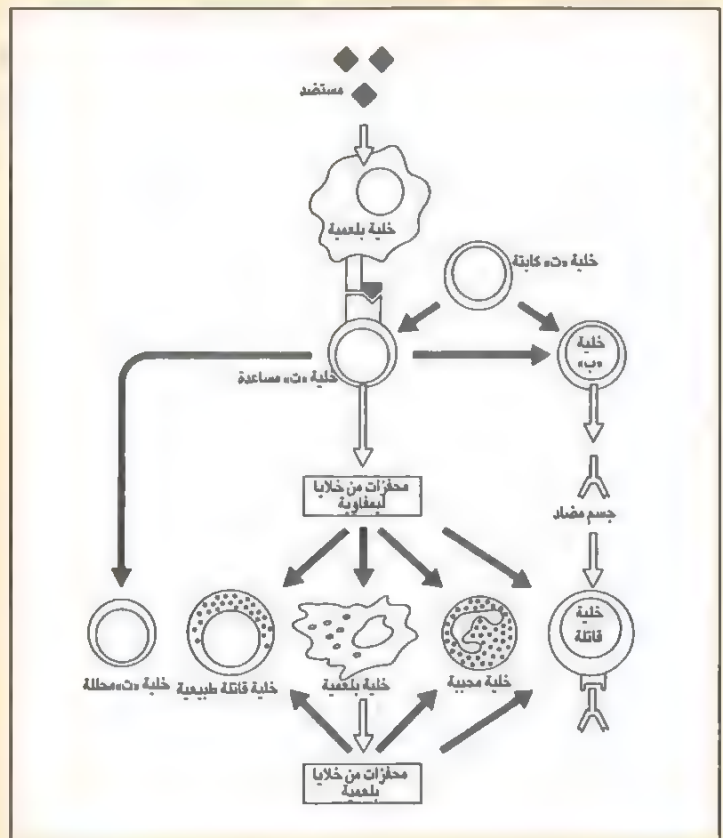
ومما يجدر ذكره أنه من حكمة الخالق سبحانه وتعالى أن كل خلية ليمفاوية «ب» أو «ت» تحمل على سطحها مستقبلًا (Receptor) خاصاً يمكنها من التعرف على جسم غريب (Antigen) واحد فقط، ويتكون المستقبل في خلايا «ب» من أجسام مضادة من النوعين IgM, IgD، بينما يتكون في خلايا «ت» من سلسلتين ببتيديتين. وعند دخول أي جسم غريب إلى جسم الإنسان تنشط الخلايا الليمفاوية «ب» و«ت» التي تحمل فقط المستقبل الخاص لذلك الجسم، وتتعرف عليه وتلتحم به وتتكاثر بالانقسام وتكون جيشاً كبيراً من الخلايا المناعية. أما باقي الخلايا الليمفاوية الأخرى التي تحمل مستقبلات مختلفة فلا تقوم بالمشاركة في عملية الدفاع، وتبقى إلى أن يأتي الجسم الغريب الذي يتفق مع مستقبلها.

وإعادة عرضها على سطح الخلية مرة أخرى في صورة مواد بروتينية بسيطة لتقديمها إلى خلايا «ت» الليمفاوية المساعدة (Th) التي تتحد بها، وينتج عن ذلك الاتحاد قيام خلايا «ت» بإفراز محفزات الخلايا التي تعمل على تنشيط خلايا جهاز المناعة المختلفة، شكل (٥)، لكي تشارك كل منها - حسب دور ووظيفة كل نوع - في درء الخطر عن الجسم. وعلى سبيل المثال تقوم كل من خلايا «ت» المحللة (Tc)، والخلايا القاتلة (k) والخلايا القاتلة الطبيعية (NK) بالتعرف على الخلايا المصابة في الجسم - بما يوجد داخلها من أجسام غريبة - وتدمرها. وتقوم الخلايا المحببة بأنواعها الثلاثة (متعادلة، حامضية، وقاعدية الاصطبغ) عند

حتى تسمح بعبور بعض الخلايا التي لا تستطيع عبور جدران الأوعية الدموية في الحالة الطبيعية كما هو الحال في الخلايا الحامضية أو متعادلة الاصطبغ. وتؤدي هذه الأعراض في مجملها إلى ظهور أعراض مرض الحساسية، ولذا يتضح أهمية دور هذه النوعية من الخلايا عند الأشخاص المصابين بالحساسية.

### طريقة عمل خلايا المناعة

تتعاون وتتفاعل خلايا جهاز المناعة بأنواعها المختلفة بعضها مع بعض لمواجهة ومحاربة الأجسام الغريبة التي تحاول دخول جسم الإنسان، وتبدأ عملية المواجهة، شكل (٥)، بقيام الخلايا الملتزمة بالتهام وابتلاع الأجسام الغريبة وتكسيروها



● شكل (٥) طريقة عمل خلايا جهاز المناعة في بداية الإلتهاب وفي نهايته.





أودع الخالق -جلت قدرته- في جميع الكائنات الحية نظاما يدفع عنها الخطر الذي يحديق بها ، فالإنسان مثلاً لديه جهاز مناعة يعمل على محاربة الأوبئة والأمراض التي يتعرض لها ، ففي حالة فيروس الإنفلونزا مثلاً يمثل غشاءه الخارجي جسم غريب يعمل كمستضد ( Antigen ) لإثارة ( Provoke ) الجهاز المناعي لإنتاج أجسام مضادة ( Antibodies ) متخصصة في القضاء

على الفيروس عبر سلسلة من التفاعلات ، يتناول هذا المقال ما يحدث للفيروس الإنفلونزا في جسم الإنسان كمثال لآلية عمل الأجسام المضادة وأنواعها والشروط التي يجب أن تنطبق على المستضدات التي يتم بموجبه إنتاج تلك الأجسام ، ومن ثم فإن ما يتم في هذا المقال من شرح ينطبق على جميع الأجسام المضادة ومستضداتها من بكتيريا وفيروسات وغيرها .

عندما يعطس شخص مصاب بمرض الإنفلونزا فإنه سرعان ما يقذف بآلاف الذرات المليئة بهذه الفيروسات التي سرعان ما تجد طريقها إلى شعب الجهاز التنفسي لتلتصق بصورة قوية بالخلايا الموجودة على أسطح الشعب الهوائية عن طريق أحد البروتينات الموجودة في الغشاء الخارجي للفيروس يسمى بروتين الهيماجلوتينين ( Hemagglutinin ) ، عندها تبدأ الفيروسات في التكاثر مستغلة نفس نشاط الخلايا في تصنيع بروتيناتها لتصنيع بروتينات فيروس الإنفلونزا . ويؤدي هذا التكاثر الفيروسي في النهاية إلى تحطيم الخلايا والمخاط الحامي إضافة إلى الشعيرات الحامية للجهاز التنفسي ، ويتسبب ذلك في تورعك الجهاز التنفسي وظهور أعراض الإنفلونزا التنفسية . وفي محاولة للتخلص من الفيروسات يقوم الجهاز المناعي بطرق عديدة للحماية منها إنتاج مادة الإنترفيرون من الخلايا المصابة

بالفيروس لتعمل على حماية الخلايا غير المصابة وبذلك تمنع الإصابة بنفس الفيروس ، إضافة لذلك تقوم الخلايا الليمفاوية من نوع « ت » بقتل الخلايا المصابة لتحذ من تكاثر الفيروس وانتشاره . وبعد مضي عدة أيام يكون الجسم قد أنتج عدد من الأجسام المضادة للفيروس التي تشبك بالفيروس نفسه لتحذ من نشاطه ، وبعدها يتم التئام جراح الجهاز التنفسي ويذهب المرض باذن الله . وفيما يلي شرح تفصيلي لكيفية قيام الجسم بإنتاج الأجسام المضادة .

### آلية صد الميكروبات

عند ظهور فيروس الإنفلونزا تبدأ خلايا الدم البيضاء في القيام بابتلاع الفيروس بواسطة الخلايا البالعة ( Macrophages ) وبعدها يتم استعراض ( Presentation ) أجزاء صغيرة من بعض بروتينات الفيروس الموجودة على غشائه

### المستضدات

المستضدات ( Antigens ) هي أجزاء من الميكروب المهاجم أو الجسم الغريب، توجد إما في جدار الخلية ( في حالة البكتيريا ) وإما في الغشاء الخارجي للفيروس . تعمل المستضدات على إثارة أو حث الجهاز المناعي

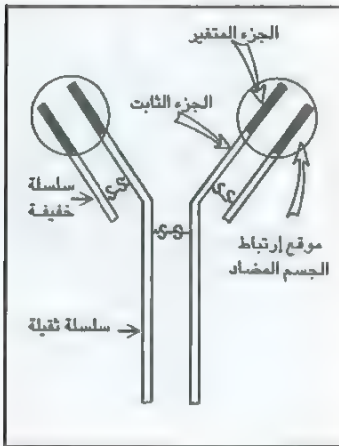
الخارجي ليتم التعرف عليها من قبل فصائل الخلايا الليمفاوية ( Lymphoid Lineage ) ، وعلى أثر ذلك تتكاثر الخلايا الليمفاوية بأعداد كافية لتكوين مناعة موضعية عن طريق إنتاج أجسام مضادة ( Antibodies ) للفيروس وخلايا قاتلة للخلايا المصابة . وتodor بعدها هذه الخلايا في الجسم عن طريق الجهاز الليمفاوي والدم لحماية الأجزاء الأخرى . ولا تتم هذه الإثارة أو الاستجابة المناعية للفيروس الإنفلونزا إلا عندما تكون خواص المستضد ( مولد الأجسام المضادة ) من خواص الجسم المستهدف محاربه ، حيث أن هدف الخلايا الليمفاوية المنتشرة في جسم الإنسان حجز فيروس الإنفلونزا ، ومعالجة بروتيناته على أنها بروتينات غريبة يمكن أن يفتق على أثرها أجساماً مضادة مناسبة لمحاربتها .

الشخص ، وعليه فإن استجابة المستضد لابد لها أن تختلف حسب طبيعة الشخص ومدى درجة اختلاف بروتينات التوافق النسيجي الأساسي (Major Histocompatibility Complex) لأن المادة البروتينية هي العامل الأساس في إمكانية وكيفية ونوع الترابط الذي يحدث بين المستضد والجسم المضاد .

### الأجسام المضادة

**الأجسام المضادة (Antibodies)** عبارة عن جلوبولينات مناعة (Immunoglobulins - Ig) - كل الأجسام المضادة جلوبولينات مناعة وليس العكس - تتفاعل مع المستضدات خلال مراحل القضاء على الجسم الغريب الذي يفرز جسم الإنسان أو الحيوان . وهي أبسط صورها عبارة عن مركبات بروتينية مكونة من أربع وحدات أو سلاسل ببتيدية - خفيفة وثقيلة - يبلغ طول الواحدة منها حوالي مائة حامض نووي وتتشكل على هيئة الحرف « Y » حيث تتصل السلاسل الخفيفة بالثقيلة عبر روابط مرنة من ذرات الكبريت شكل (١) .

يمكن تقسيم الجسم المضاد بواسطة إنزيمي البابين واليابسين (Papein and Pap- sin) إلى جزئين ، جزء علوي يدعى ب (Fab) وجزء سفلي ويدعى بـ (Fc) تتكون



● شكل (١) أبسط أشكال الجسم المضاد (IgG).

الأجسام المضادة ، وتليها المواد متعددة السكريات (Polysachrides) ، والتي توجد على غلاف بعض أنواع البكتيريا ، ثم المواد الدهنية التي تعد الأقل كفاءة على حد الجهاز المناعي لإنتاج الأجسام المضادة . ونظراً لأن مكونات فيروس الإنفلونزا تغلب عليها المواد البروتينية ذات الكثافة العالية فإن المستضدات الناشئة عنه تعد الأكفا في الحد على إنتاج الأجسام المضادة .

### ● طبيعة التركيب

تلعب طبيعة تركيب المستضد دوراً أساساً في درجة كفاءة إنتاج الأجسام المضادة ، فكلما زاد تعقيد تركيب المستضد زادت كفاءته في القضاء على الميكروب عن طريق حثه لإنتاج أجسام مضادة ذات فعالية ، وتعد بروتينات فيروس الإنفلونزا من البروتينات المتعددة والمعقدة التركيب ، ولذا فإن المستضدات الناجمة عنها تعد الأكفا في إنتاج الأجسام المضادة .

### ● الوزن الجزيئي للمستضد

كلما زاد الوزن الجزيئي للمستضد زادت كفاءته في الحد على إنتاج أجسام مضادة ذات فعالية عالية ، ويصل الوزن الجزيئي لبروتينات الإنفلونزا إلى أكثر من ١٠ آلاف وحدة جزيئية (دالتون) ، وهي من هذا المنطلق تعد الأفضل في عملية إنتاج الأجسام المضادة لأنها لا تحتاج إلى بروتين حامل (Carrier) لاداء مهمتها مثلما يحدث للأجسام ذات الوزن الجزيئي المنخفض المعروفة بـ (Haplens) والتي تحتاج للإرتباط بحامل بروتيني حتى تؤدي وظيفتها .

### ● الخواص الطبيعية

تعتمد كفاءة المستضد كذلك على بعض الخواص الطبيعية مثل الشكل (Conformation) والشحنة (Charge) . وذلك لأن هذه الخواص تحدد كيفية ارتباط المستضد بالأجسام المضادة التي يتم حثها لمكافحة المرض ، وحجم انتاجها ، وكفاءتها ، وغيرها من الخواص والصفات المطلوبة .

### ● البنية الوراثية

تختلف البنية الوراثية من شخص لآخر ، وكذلك من نسيج لآخر ، في نفس

إنتاج الأجسام المضادة المطلوبة للقضاء على الميكروب أو الجسم الغريب ، ولكي يتم القضاء على الميكروب أو الجسم الغريب قضاءً تاماً يجب أن تتوفر في المستضدات الصفات التالية :

### ● درجة الاختلاف

يعمل الجسم على إنتاج أجسام مضادة إذا غرته أجسام غريبة ، ومن أمثلة ذلك فإن فيروس الإنفلونزا يمثل فئة أخرى من الكائنات ، وبالتالي يتعامل معه جسم الإنسان كجسم غريب ، وتنقسم المستضدات من حيث درجات الاختلاف إلى ثلاثة أقسام هي :

● مستضدات من نفس الجنس (Alloantigens) : وهي مستضدات تنشأ نتيجة الاختلاف النسيجي بين فرد وآخر كالذي يحدث من عدم تقبل جسم إنسان لكلية مزروعة إليه من شخص آخر .

● مستضدات من جنسين مختلفين (Xenoantigens) : وهي مستضدات تنشأ نتيجة الاختلاف بين كائن وكائن آخر مثلما يحدث عند دخول فيروس الإنفلونزا إلى جسم الإنسان .

● مستضدات ذاتية (Autoantigens) : وهي مستضدات تنشأ نتيجة الاختلاف النسيجي بين أعضاء الجسم في نفس الفرد وذلك في حالات مرضية معينة .

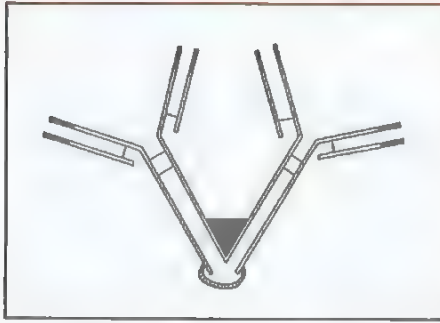
### ● طريقة الدخول للجسم

تم الاستجابة المناعية لإنتاج الأجسام المضادة حسب المكان الذي تدخل منه المستضدات إلى جسم الإنسان ، فلو أن فيروس الإنفلونزا مثلاً دخل عن طريق الفم إلى الجهاز الهضمي لتم القضاء عليه بواسطة افرازات المعدة ، إضافة إلى أن الفيروس لا يلتصق بخلايا الجهاز الهضمي . أما إذا دخل عن طريق الجلد فإنه ينتهي في أحد الغدد الليمفاوية في المنطقة المجاورة ، وإن وجد طريقه للدم فإنه ينتهي في الطحال الذي يعد أحد الغدد الليمفاوية المنتجة لخلايا المناعة .

### ● مكونات الجسم المهاجم

تعد المواد البروتينية من أفضل المواد التي تساعد على حث الجهاز المناعي لإنتاج





● شكل (٤) الجلوبيولين الثنائي «إي» (IgA).

أكثر من ٨٠٪ منه في الدم على شكل مركب أحادي . أما في الإفرازات فإنه يوجد على شكل ثنائي وحلقة وصل وبروتينات إفرازية ، شكل (٤) . يصنع الجزء الإفرازي من الخلايا الطلائية التي تغطي الغدد المفرزة ، ويساعد هذا البروتين على إفراز الجسم المضاد من الخلايا البيضاء المنتجة تحت الغلاف المخاطي مثل اللعاب والطحيب وإفرازات الجهاز التناسلي والتنفسي حيث تنحصر مهمته في مقاومة الجسم الغريب المتواجد في المناطق المذكورة .

#### ● جلوبيولين المناعة «إي» (IgE)

يعد الجلوبيولين (IgE) أقل الأنواع من حيث الكمية ، وهو يتحد مع مستقبله السطحي على الخلايا البدينة ( Mast Cells ) التي تسبب الحساسية عند حصول التقاء مولد الحساسية مع الأجسام المضادة . كما أنه يلعب دوراً هاماً في مكافحة الطفيليات .

#### ● جلوبيولين المناعة «د» (IgD)

يوجد الجلوبيولين (IgD) على سطح الخلايا الليمفاوية ويعمل بصفة تبادلية مع الجلوبيولين (IgM) عند التفاعل مع الجسم الغريب .

### ارتباط المستضد بالجسم المضاد

يرتبط الجسم المضاد بالمستضد بطريقة لا تختلف عن طريقة ترابط أي مركب بروتيني مع رابط (Ligand) ، وهناك أربع روابط كيميائية مختلفة للجسم المضاد هي الرابطة الهيدروجينية

عدة قطع وراثية مختلفة أعيد تنظيمها في الخلية «ب» المنتجة للجسم المضاد وذلك وفقاً للترتيب الكيميائي الذري (Stereochemical Configuration) للمستضد ليحدث التفاعل بين المستضد والجسم المضاد ، وعليه فإن لكل جسم مضاد مستضد خاص يعمل معه - وفق شفرة خاصة - دون غيره متلماً يحدث للقفل والمفتاح .

وبسبب كثرة تنوع الترتيب الكيميائي الذري للسلاسل الثقيلة والخفيفة فإن الأجسام المضادة تأتي على أشكال مختلفة قد يصل عددها في الجسم إلى أكثر من بليون جسم مضاد ، وتوجد خمسة أنواع من الأجسام المضادة تبعاً لتنوع السلسلة الثقيلة والحجم وتركيب الأحماض الأمينية وذلك كما يلي :

#### ● جلوبيولين المناعة «ج» (IgG)

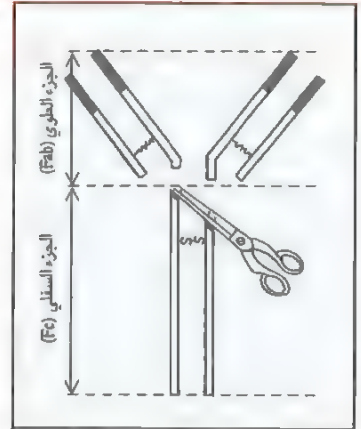
هو النوع الرئيسي في الدم ويصل إلى ٧٠٪ من مجموع أنواع الأجسام المضادة . ويتكون من أربعة أنواع تختلف في منطقة الربط بين السلسلتين الثقيلة والخفيفة ، كما أنه يوجد بين الأنسجة وينتقل بالمشيمة من الأم للجنين ، ومن أهم مهام هذا النوع بصفة عامة منع الأجسام الغريبة من القيام بمهامها ، وهو ذو وزن جزيئي منخفض ، حيث أنه عبارة عن جزء متبلر بسيط على شكل الحرف «Y» كما ذكر سابقاً .

#### ● جلوبيولين المناعة «م» (IgM)

يمثل الجلوبيولين (IgM) حوالي ١٠٪ من الأجسام المضادة ، وهو عبارة عن شكل خماسي مركب من خمسة أجسام مضادة من الجلوبيولين (IgG) مرتبطة ببعضها برابطة كبريتية وحلقة وصل ، شكل (٣) . يوجد هذا الجلوبيولين فقط في الدم وليس بين الأنسجة ، كما أنه لا ينتقل بالمشيمة وذلك لحجمه الكبير . ومن أهم مهام هذا الجلوبيولين محاربة الأجسام الغريبة .

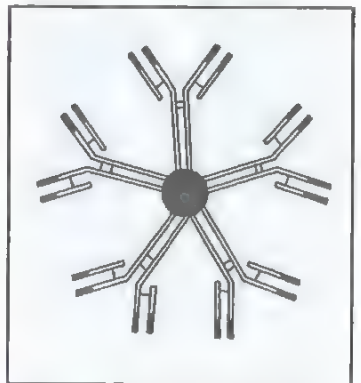
#### ● الجلوبيولين «أ» (IgA)

يكون الجلوبيولين (IgA) حوالي ١٥ - ٢٠٪ من مجموع الأجسام المضادة ، ويوجد



● شكل (٢) أجزاء الجسم المضاد.

السلسلة الثقيلة في الجسم المضاد من ثلاثة أو أربعة أجزاء ثابتة - تركيب أحماضها الأمينية هو نفسه في جميع الأجسام المضادة - وجزء يتغير من جسم مضاد إلى آخر ، وهو الذي يعطي الجسم المضاد تخصصه في التعرف على الجسم الغريب أو الميكروب ، إما السلسلة الخفيفة فتتكون من جزء واحد ثابت وآخر متغير ، ويوضح شكل (٢) مواقع الأجزاء الثابتة والمتغيرة . وكما هو واضح في الشكل يوجد الجزء المتغير في الجزء العلوي من الجسم المضاد حيث مكان التقائه بالجسم الغريب ، ويطلق عليه الحقل المتغير (Changing domain) ، وتركز أكثر الأحماض الأمينية تغيراً في ثلاث مناطق من الجزء المتغير تدعى بالمناطق عالية التغير (Hypervariable regions) . تنتج السلسلتان - حسب



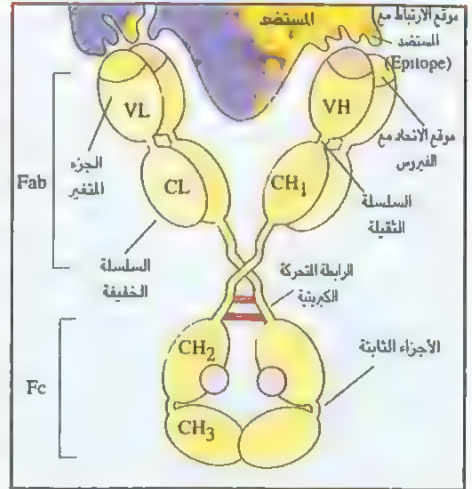
● شكل (٣) جلوبيولين المناعة «م» IgM.

المتخصص لبروتين (HN) الفيروسي الموجود على خلية «ت» مع المركب الثنائي (الجزء الفيروسي من) (HN + بروتين التوافق)، عندها تأخذ الخلايا في التكاثر لإنتاج أعداد كبيرة من الخلايا «ت» الحاملة لنفس المستقبل المتخصص لهذا الفيروس فقط، والتي يمكنها الإستجابة والتعامل مع فيروس الإنفلونزا، وفي أثناء هذا التكاثر تنتج خلايا «ت» مواد ليمفاوية ذوابة (Lymphokines) تعمل على تنشيط وتوظيف بقية خلايا الجهاز المناعي، ومن هذه الخلايا خلايا «ب» الليمفاوية التي يوجد لها أيضا مستقبلات على سطحها متخصصة فقط للفيروس الإنفلونزا دون غيره، حيث أنها تتعرف عليه مباشرة، ثم تتكاثر الأعداد البسيطة منها إلى أعداد كبيرة لتتحول إلى خلايا بلازما تنتج أجسام مضادة يعمل الجزء الذائب من مستقبلاتها كغلاف لهذه الخلايا. وعندئذ تقوم الأجسام المضادة بعدة وظائف لردع فيروس الإنفلونزا والتأكد من عدم رجوعه مرة أخرى.

ومما يجدر ذكره أن وجود أعداد قليلة من الخلايا الليمفاوية المتخصصة للقضاء على ميكروب معين بدلاً من وجودها في الأصل بأعداد كثيرة نابع من أن الجسم لا يستطيع تحمل هذا العدد الهائل من خلايا «ب» (المنتجة للمضاد). فلو وجد مثلا أن هناك حوالي ١٠٠٠ مليون خلية «ب» بيضاء في أي وقت متخصصة فقط للتعرف والإستجابة لمركب غريب معين، وبما أن هناك أكثر من ١٠ مليون مركب مختلف عن الآخر من هذه المركبات الغريبة في جسم الإنسان لبلغ عدد خلايا الإنسان أكثر من بلايين البلايين، وهو عدد يفوق حجم الإنسان نفسه. لهذا السبب يوجد فقط عدد محدود جدا من الخلايا لكل مركب غريب ما تلبث أن تتكاثر إلى أعداد فائقة حين الطلب، أي حين التعرض إلى الميكروب.

من جانب آخر يوجد عدد محدد من المورثات على هيئة أجزاء صغيرة ومتفرقة

مكافحتها للفيروس، منها أنها تقوم بتسهيل عملية البلعمة وذلك بالاتحاد مع الخلايا البالعة من جهة وبالفيروس من جهة أخرى، كما أن ارتباط الجسم المضاد بالفيروس ينشط سلسلة تفاعلات حيوية تدعى بجهاز المتمم (Complement System) وذلك يؤدي إلى ثقب الفيروس ومن ثم تحله، إضافة إلى ذلك تقوم الخلايا الطبيعية القاتلة (Natural Killer Cells) عن طريق الإتحاد بالجزء السفلي من الجسم المضاد بقتل



شكل (٥) كيفية ارتباط المستضد بالجسم المضاد.

الفيروس.

### عمليات الإستجابة وإنتاج الأجسام المضادة

عند وصول الفيروس إلى الغدد الليمفاوية المتمركزة في مواقع إستراتيجية في الجسم تقوم الخلايا البيضاء البالعة بالتصدي لهذا الفيروس وتعريف الخلايا المناعية له. تقوم الخلايا البالعة ببلع الفيروس وتكسره واقتطاع أجزاء صغيرة منه يمكنها أن تتحد ببروتين التوافق النسيجي (MHC - II)، وبالتالي يتم عرض هذا المركب الثنائي [الجزء الفيروسي (المستضد) + بروتين التوافق] على سطح هذه الخلايا ليسهل تعرف الخلايا المناعية الليمفاوية على الفيروس. عندها يقوم عدد محدود جدا من الخلايا البيضاء الليمفاوية من نوع «ت» (T) من بين ملايين خلايا «ت» بالتعرف على هذا المركب الثنائي المذكور، أي أن هذه المجموعة متخصصة فقط لهذا النوع من الفيروس من بين بلايين الخلايا. حيث تعمل كل مجموعة صغيرة منها على التعرف على مولد مختلف عن الآخر. ويتم ذلك التعرف من قبل خلايا «ت» عن طريق أحد بروتينات غلافها الذي يسمى

والرابطة الكهروستاتيكية ورابطة فاندروالز (Vander Waals) والرابطة النافرة للماء (Hydrophobic)، يسمى الجزء من المولد الغريب (المستضد) الذي يرتبط بالجسم المضاد بالجزء القمي (Epitope)، وهو موقع التصاق (Combining site) والجسم المضاد بالمستضد ويوجد في الجوزة المتغير من السلاسل الثقيلة والخفيفة (Variable Heavy / Variable Light - VH / VL Chains). شكل (٥)، ويأتي شكل موقع الالتصاق مع الجسم المضاد على شكل مقعر، لذلك يجب على موقع الاتحاد في البروتين الفيروسي المستضد أن يكون ذو شكل محدب حتى يتم الاتحاد بصورة فعالة.

### وظائف الأجسام المضادة

عند إنتاج الأجسام المضادة الموجهة لكل من بروتينات غلاف فيروس الإنفلونزا تقوم هذه الأجسام بعدة وظائف تمكنها من مهاجمة الفيروس. فعند اتحاد الجسم المضاد بالفيروس فإنه يمنع من عدوى الخلايا الأخرى الصحيحة وبالتالي تسمى هذه الأجسام المضادة بالأجسام المعادلة (Neutralizing antibodies)، إلا أن هناك أكثر من وظيفة تقوم بها الأجسام المضادة في



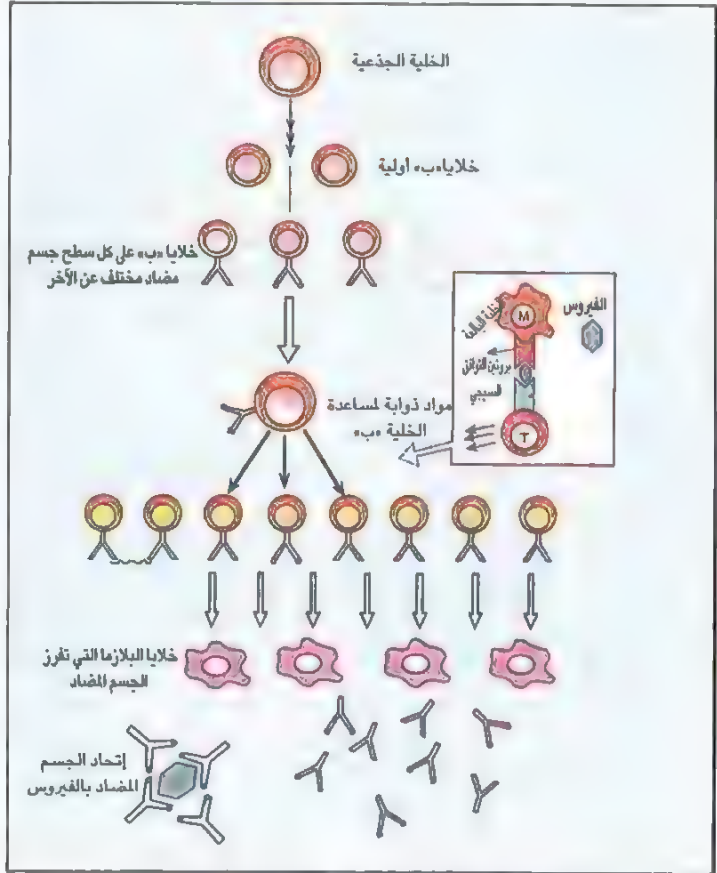
كبيرة من الخلايا « ب » البيضاء المتذكّرة ( Memory B Cells ) الحاملة لمورثات نفس الجسم المضاد لتبقى في الجسم احتياطاً لحين دخول الفيروس مرة ثانية . شكل (٦) .

عندما يصاب الجسم بفيروس الإنفلونزا لأول مرة فإن هناك فترة زمنية قبل أن تظهر الأجسام المضادة من نوع ( IgM ) في الدم قد تستمر إلى أكثر من أسبوع، وبعدها يبدأ مستوى الأجسام المضادة في الارتفاع ثم تستقر عند مستوى معين ثم تقل تدريجياً . وعند حدوث الإصابة بنفس الفيروس وبنفس تركيبه مرة ثانية فإن الجسم سرعان ما يستجيب للفيروس استجابة ثانية ( Secondary Response ) وذلك نتيجة وجود خلايا « ب » البيضاء المتذكّرة والتي أنتجت بنفس الطريقة التي سبق التحدث عنها . وتتميز الاستجابة الثانية عن الاستجابة الأولية بأنها تنتج أجسام مضادة من نوع ( IgG ) بأعداد كثيرة ولها قدرة أكبر على الاتحاد بالفيروس ( Affinity Maturation ) .

ويؤدي التعرض لكثير من الفيروسات مثل الفيروسات المسببة للجذري والحصبة والنكاف وغيره إلى حدوث مناعة بفضل وجود خلايا « ب » المتذكّرة المتخصصة لهذه الفيروسات مما يجعل من الصعب الإصابة بهذه الأمراض مرة أخرى . وهذا هو مفهوم لقاح الإنفلونزا ( Vaccine )، فهو عبارة عن بروتين ( HN ) بدون الفيروس نفسه ولا يسبب المرض ولكنه يحفز إنتاج الأجسام المضادة . وهناك عدد من الفيروسات التي يصعب التغلب عليها بشكل نهائي مثل فيروس الإنفلونزا بسبب أنه يغير من شكله الخارجي دوماً ، وبالتالي يتغير المستضد الخارجي . لذلك عند التعرض للمستضد الجديد يبدأ الجهاز المناعي في إحداث استجابة أولية الأمر الذي يتطلب وقت أطول قبل القضاء على الفيروس الجديد .

المورثة للأجسام المضادة حين إنقسامها بحيث تحمل كل خلية جسم مضاد مختلف عن الخلايا الأخرى . وتنقل الخلايا البيضاء المتنوعة في مورثاتها والتي تدعى بخلايا « ب » البيضاء الناضجة ( mature B- cells ) إلى الأنسجة الليمفاوية لحين التقائها بالجسم الغريب لتتحول إلى خلايا أكبر وأكثر نشاطاً وبأعداد كثيرة تسمى بخلايا البلازما ( Plasmacells ) يكون اختصاص بروتين الهيماجلوتين فيها - يغطي جدار فيروس الإنفلونزا - إنتاج ملايين الأجسام المضادة من خلال عملية تسمى بتوسع الفصيلة الواحدة ( Clonal expansion ) . ولا يتم فقط إنتاج الخلايا البلازمية التي تفرز الأجسام المضادة بل يتم أيضاً إنتاج أعداد

تتحد وتتلاحم لتكمل مورث كامل ( مورث لنوع واحد من الجسم المضاد ) في خلايا الفرد الليمفاوية كلما نمت وانقسمت . وتعد هذه العملية معقدة للغاية حيث تبدأ في نخاع العظم الذي يقوم بإنتاج الكثير من الخلايا الجذعية ( Stem Cells ) التي تحمل عدداً محدوداً من المورثات الموروثة من أبوين ثم تتكاثر ذاتياً لتعطي إضافة لكريات الدم الحمراء والصفائح الدموية - فصيلتين من الخلايا البيضاء هما الخلايا الفصيلية الليمفاوية ( Lymphoid Lineage ) والفصيلة الميلودية ( Myeloid Lineage ) أي ما يسمى بالنخاعية. تتطور خلايا الفصيلة الليمفاوية من نوع « ب » البدائي ( Pre-B cells ) لتتكاثر من خلال عدة مراحل يتم فيها إعادة اتحاد وتركيب المورثات



● شكل (٦) كيفية تفاعل الأجسام المضادة مع المستضد.

# الجهاز المناعي ووظائفه

د. عادل عمر المقرن

بذلك لأنه عُرف قبل عدة سنوات من المسار البديل ، ويتم في هذا المسار تنشيط العامل الأول بأجزائه الثلاثة ، فتتحد وتكتسب خاصية إنزيمية تمكنها من تنشيط العامل الثاني والرابع فيكتسب العاملان الأخيران القدرة على تنشيط العامل الثالث ، وهكذا يتم تنشيط بقية العوامل على التوالي حتى العامل التاسع ، شكل (٢) .

تعتمد هذه الطريقة على وجود معقدات مناعية (Immune Complexes) تحتوي على أجسام مضادة من نوعية « ج » (IgG) أو « م » (IgM) .

## ● المسار البديل

تم اكتشاف المسار البديل (Alternative Pathway) بواسطة العالم بيلمر في عام ١٩٥٤م ، وبعد عدة سنوات من ذلك - وبالتحديد في عام ١٩٧١م - اكتشف العالم جوتز الأساس الكيميائي لتنشيط المتم عبر هذا المسار .

يتم في هذا المسار تخطي عوامل المتم الثلاثة الأولى (١م ، ٢م ، ٤م) ويتم تنشيط العامل الثالث (٢م) مباشرة ، ويعتمد هذا المسار على وجود سموم البكتيريا الداخلية

**عقب الاكتشاف الذي قام به العالمان فون بيرتج وكيثاساتو للأجسام المضادة في مدينة برلين بألمانيا عام ١٨٩٢م ، أثمرت الجهود التي قام بها كل من بورنت وبيغفر إلى اكتشاف مجموعة مواد أخرى في الأمصال الحيوانية تعمل على إكمال وظيفة الأجسام المضادة في القضاء على الأجسام الغريبة . أطلق على مجموعة المواد المذكورة آنذاك اسم الكسين (Alexin) ولكن بسبب تأثيرها المتم ( المكمل ) في عمل الأجسام المضادة تم استبدال تسميتها بواسطة العالم أريخ إلى الجهاز المتم ( Complement System ) .**

(Endotoxins) للبكتيريا سالبة الجرام ومكونات بكتيريا المكورات العنقودية والعصوية . وفي هذه الحالة فإن الأجسام المضادة « ج » (IgG) تتفاعل مع المتم وتعمل على تثبيته في أجزائها المتبلورة (Fc) من خلال العامل الأول (١م) ، شكل (١) . ويتم تثبيت وتنشيط عوامل المتم من خلال مسارين هما :-

## ● المسار التقليدي

سمي المسار التقليدي (Classical Pathway)

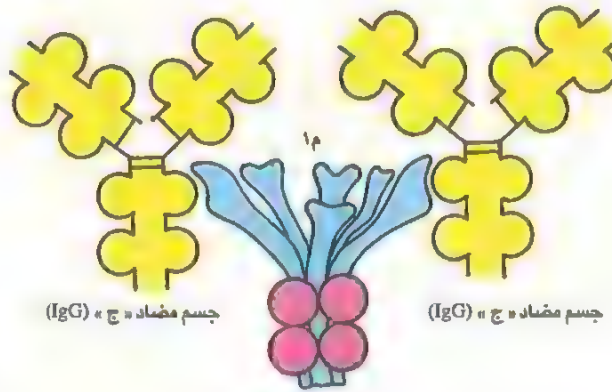
أوضحت التحاليل الكيميائية أن الجهاز المتم عند الإنسان يتكون من تسعة بروتينات سكرية منفصلة توجد في الدم بصورة غير نشطة ولكن يتم تنشيطها بواسطة الجهاز المناعي على مراحل تبدأ بالمرحلة الأولى إلى المرحلة التاسعة .

يسمى كل مكون من المكونات التسعة المذكورة بالعامل ويعطى كل عامل رقما حسب مرحلة تنشيطه ، وهي كما يلي :-  
١م ، ٢م ، ٤م ، ٥م ، ٦م ، ٧م ، ٨م ، ٩م .

## عوامل المتم ومساراته

يتم إنتاج عوامل الجهاز المتم بشكل رئيس في خلايا الكبد (Kupffer) والخلايا وحيدة النواة باستثناء العامل رقم ١ (١م) الذي يتم إنتاجه في الخلايا المبطنة للقناتين الهضمية والبولية . ويتراوح الوزن الجزيئي لمكونات جهاز المتم من ٨٠,٠٠٠ وحدة جزيئية ( دالتون) للعامل (٩م) إلى ٤٠٠,٠٠٠ وحدة جزيئية للعامل (١م) .

يتألف العامل الأول (١م) من ثلاثة أجزاء تتكون على التوالي نتيجة تنشيطه ومن ثم تثبيته بأجزائه الثلاثة . ويمكن لمكونات المتم أن تتغير في مصم الدم بواسطة عوامل غير مناعية - بدون تدخل الأجسام المضادة - تشمل السموم الداخلية



● شكل (١) تفاعل عامل المتم الأول مع منطقة تثبيت الجزء المتبلور (Fc) بالأجسام المضادة (IgG)



البيضاء إلى موقع التفاعل المناعي ويتم تنشيطها من عوامل غير نشطة . ومن أكثر عوامل المتمم فعالية في هذا المجال العامل الخامس «م١٥» بالإضافة إلى العامل السادس «م٦» والسابع «م٧» .

### ● إفراز مادة الهستامين

يتم إفراز مادة الهستامين بواسطة ببتيدات تنفصل من العامل الثالث والرابع والخامس وبذلك تسمى : «م١٢» ، «م١٤» ، «م١٥» . ويتم ذلك بواسطة الإنزيم المحول للعامل الثالث والعامل الخامس ، وتؤدي هذه الببتيدات إلى إفراز الهستامين ومواد أخرى من الخلايا البدينة ، وتكمن أهمية هذه المواد في أنها تعمل على زيادة نفاذية الأوعية الدموية في موقع التفاعل مما يساعد على عبور الأجسام المضادة من الأوعية

## وظائف جهاز المتمم

يعمل جهاز المتمم عبر عوامله التسعة المذكورة على تكملة عمل الأجسام المضادة في القضاء على الأجسام الغريبة . ويختص كل عامل من عوامل الجهاز المتمم في أداء وظيفة معينة ، ومن هذه الوظائف ، شكل (٤) ، والعامل المسؤول عنها ما يلي :-

### ● تحطيم وتسميم الخلايا

يحدث تسميم وتحطيم الخلية في موقع التفاعل بواسطة إنزيم القسفلولابيز وذلك عندما يتم تثبيت آخر عوامل المتمم (العامل «م٩» ) .

### ● جذب الخلايا

تؤدي المواد الموجودة في جهاز المتمم فور بداية تنشيطها إلى هجرة الكريات

(Endotoxins) أو وجود الأجسام المضادة «١» (IgA) في شكل متجمع (Aggregated IgA) أو وجود مادة الزيموسان (Zymosan) التي تعمل بدورها على مادة موجودة في الدم تسمى البروبيدين (Properdin) فتقوم بتثبيت العامل الثالث «م٢» ، ومن ثم يكتمل تنشيط بقية العوامل كما في المسار التقليدي ، شكل (٣) .

## خواص عوامل المتمم

هناك مواد ذات آثار حيوية يتم إنتاجها أثناء المراحل المختلفة لتنشيط المتمم وهي كما يلي :-

١- ينقسم كل من العامل «م٢» ، والعامل «م٥» بعد تنشيطهما وتثبيتهما في الجسم المضاد إلى الجزئين «م١٣» ، «م٢» ، و «م١٥» ، «م٥» . ويتميز الجزيء «م١٢» و «م١٥» بخاصيتين هما :-

(١) إفراز مادة الهستامين من الخلايا البدينة .

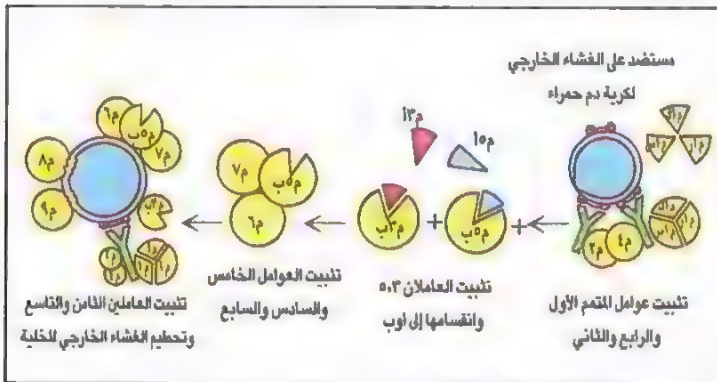
(ب) الجذب الكيميائي للخلايا البلعمية .

٢- يتميز الجزء الثاني من عامل المتمم الثالث «م٢» بخاصية الالتصاق (Adherence) على الغشاء الخارجي للميكروب أو الخلية فيزيد من قابلية البلعة وذلك بسبب وجود مستقبلات له على الغشاء الخارجي للخلايا البلعمية .

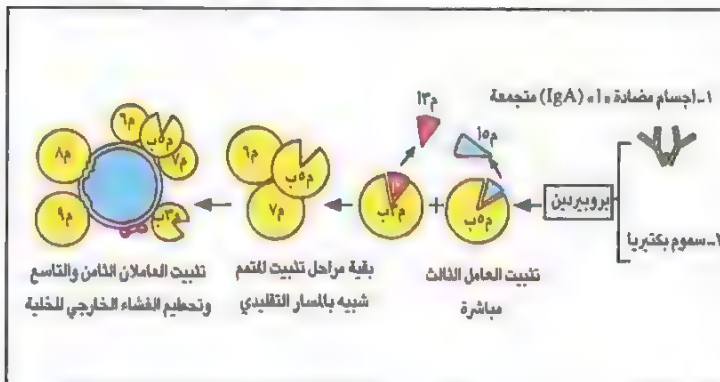
٣- تكسب عوامل المتمم الخامس «م٥» والسادس «م٦» والسابع «م٧» بعد تنشيطها خاصية جذب كيميائية (Chemotactic Activity) للخلايا البلعمية .

٤- تتميز عوامل المتمم الثامن «م٨» والتاسع «م٩» بعد التنشيط بوجود أنزيم القسفلولابيز الذي يعمل على إحداث تحلل في الغشاء الخارجي للخلية موقع التفاعل .

٥- تشمل الإنزيمات المنتجة بواسطة الجهاز المتمم كل من : استريز العامل الأول «م١» ، الإنزيم المحول للعامل الثالث «م٢» والإنزيم المحول للعامل الخامس «م٥» .



● شكل (٢) رسم توضيحي لعمل المتمم بالمسار التقليدي.



● شكل (٣) رسم توضيحي لعمل المتمم من خلال المسار البديل.

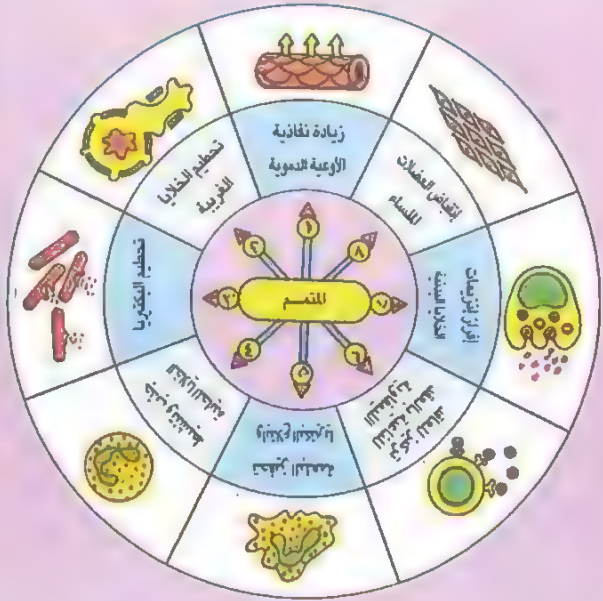
• قصور العامل الثاني «م ٢»: ويكون مصحوباً بأمراض المناعة الذاتية وأمراض الكلى المزمنة .

• قصور العامل الثالث «م ٣»: ويعاني الأشخاص المعرضون له من الالتهابات البكتيرية المتكررة .

• قصور العامل الرابع «م ٤»: وقد تم رصد في بعض الحالات ولكن لم تتضح آثاره السلبية في الوقت الحاضر .

• قصور العامل الخامس «م ٥»: حيث يرتبط قصوره بعدم قدرته على التعامل بصورة طبيعية في مراحل تنشيط المتمم على الرغم من أن تركيزه في الدم يكون طبيعياً .

• قصور العامل السادس «م ٦»  
والسابع «م ٧» والثامن «م ٨»  
والتاسع «م ٩»: ويعاني الأشخاص المصابون بأي منها أو جميعها من التهابات بكتيرية ولا سيما التهابات المكورات السحائية والمكورات السيلانية .



• شكل (٤) رسم توضيحي لنشاطات الجهاز المتمم الحيوية.

### العلاقة مع تفاعلات الحساسية

يلعب المتمم دوراً هاماً في تفاعلات الحساسية (Hypersensitivity) وذلك في تفاعلات حساسية النوع الثاني (تسمم الخلايا) والثالث الذي يتعلق بالمعقدات المناعية (Immune Complexes). وهو في هذه الحالة له دور سلبي في تقاوم الحساسية ، حيث يتسبب تثبيت المتمم في تعرض أنسجة الجسم إلى التلف . ومن أمثلة ذلك أمراض الكلى بسبب تسمم وتلف الأنسجة بواسطة الأجسام المضادة والمتمم ، وكذلك فقر الدم المناعي الذاتي ، حيث يؤدي تثبيت المتمم مع معقدات المناعة - الناجمة عن اتحاد الأجسام المضادة مع المستضد - على الغشاء الخارجي لكريات الدم الحمراء إلى تلف تلك الأغشية ومن ثم تحللها .

المتمم خاصة العامل الثالث «م ٣» ب نتيجة لظهور مستضدات جديدة لعوامل المتمم بعد تنشيطها ، وللأجسام المضادة المذكورة أهمية دفاعية حيث إنها تتفاعل مع المعقدات المناعية التي تحتوي على مركبات المتمم .

### قصور الجهاز المتمم

تؤدي بعض الحالات المرضية إلى إخفاق الجهاز المتمم في أداء عمله حيث يعاني الأشخاص المصابون بقصور الجهاز المتمم من التهابات ميكروبية متكررة أو أمراض متصلة بالمناعة الذاتية ، ويرتبط قصور جهاز المتمم بقصور في إحدى العوامل المكونة للمتمم وذلك كما يلي:-

• قصور العامل الأول «م ١» بإجزائه الثلاثة : ويصاب الأشخاص المعرضون له بالالتهابات المتكررة .

الدموية إلى الأنسجة ، وبذلك يتم احتواء الميكروب أو إبطال مفعول السموم البكتيرية .

### • زيادة فعالية البلعمة

يلتصق جزء من العامل الثالث «م ٣» على السطح الخارجي للميكروب مما يساعد الخلايا البلعية على الالتصاق بالميكروب بسبب وجود مستقبلات للعامل الثالث على سطحها الخارجي ، وبذلك تزيد عملية البلعمة .

### • الالتصاق المناعي

تلتصق المعقدات المناعية (Immune Complexes) التي تحتوي على عامل المتمم الثالث بخلايا الدم الحمراء التي تعمل بدورها على نقلها لخلايا الكبد للتخلص منها .

### • تكوين أجسام مضادة للمتمم

يمكن أن يتم تكوين أجسام مضادة ذاتية - معظمها أجسام (IgM) - لعوامل



# المناعة ضد الأمراض المعدية

د. محمد عثمان جاد الرب

\* مناعة خلوية (Cellular Immunity) :  
وتقوم بها خلايا « ت » الليمفاوية .

وسيتناول هذا المقال - بمشيئة الله -  
وسائل المناعة المختلفة في مقاومة بعض  
الأمراض المعدية مثل البكتيريا ،  
والفيروسات ، والفطريات ، والطفيليات .

## المناعة ضد البكتيريا

تنقسم البكتيريا بشكل عام إلى عدة  
أنواع طبقاً لمجموعة عوامل مختلفة هي

يتعرض الإنسان بصورة دائمة - في الوسط الذي يعيش فيه - لأنواع مختلفة  
من الأحياء الدقيقة، مثل البكتيريا والفيروسات والفطريات والطفيليات . وعلى  
الرغم من أن بعض هذه الأحياء ممرضة وشديدة العدوى إلا أن البعض الآخر  
منها يتكافل ويتعايش في خلايا جسم الإنسان دون أن يسبب له أمراضاً .

يحدث الانتشار الميكروبي للأحياء  
الدقيقة عن طريق نقل العدوى من الشخص  
المصاب إلى الأشخاص الأصحاء المحيطين به  
مباشرة ، أو تلويث الهواء أو الماء أو الغذاء ،  
حيث يعد الشخص المصاب بمرض معد  
مصدراً لتكاثر الميكروبات وانتشارها . ومن  
هنا تبرز أهمية الجهاز المناعي في حماية  
الإنسان من خطر الأمراض المعدية التي قد  
تصيبه .

## جهاز المناعة

تختلف الوسائل الدفاعية لجهاز المناعة  
في مواجهة الميكروبات بأنواعها المختلفة  
طبقاً لعدة عوامل منها اختلاف طبيعة  
الأحياء الدقيقة ، وتكوينها ، والطرق التي  
تسبب بها الأمراض .

ينقسم جهاز المناعة في جسم الإنسان  
من الناحية الوظيفية - وسائل الدفاع - إلى  
نوعين من الأجهزة - يعملان في تناسق  
وتعاون تام - هما :-

### ● مناعة فطرية

تتمثل الوسائل الدفاعية لجهاز المناعة  
الفطرية (Natural Immunity) في أربعة  
وسائل هي :-

\* حواجز وقائية : وهي الجلد والأغشية  
الخارجية ، ووظيفتها منع دخول الميكروب  
إلى داخل الجسم .

\* وظائف فسيولوجية : وتتمثل في  
العطس والسعال ، ومهمتها طرد الميكروبات  
والجراثيم إلى خارج الجسم .

\* مواد كيميائية : وتعمل على تحطيم  
الميكروب بعد دخوله إلى الجسم .

\* خلايا بلعمية : تقوم بإبتلاع

الميكروبات وتحطيمها عن طريق ما تحتويه  
وتفرزه من إنزيمات .

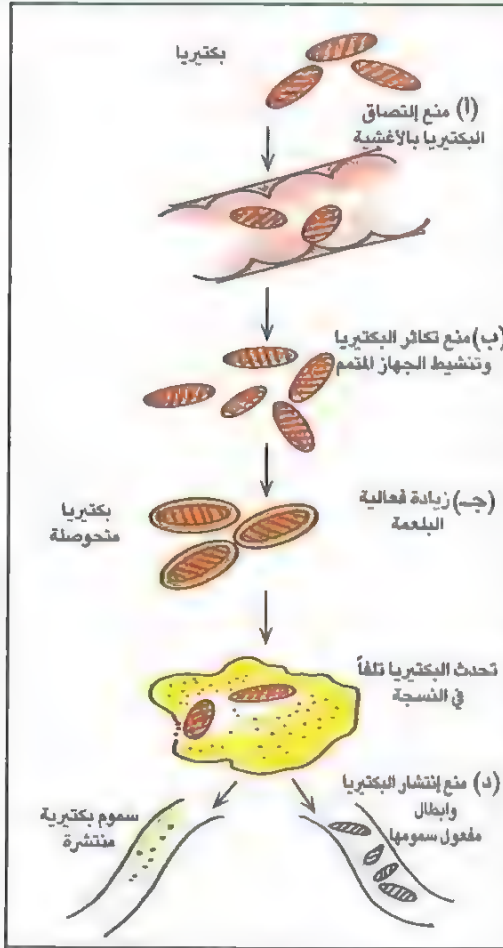
### ● مناعة مكتسبة

تعد وسائل دفاع المناعة المكتسبة  
(Acquired Immunity) أكثر دقة وفعالية -  
في مقاومة الميكروبات - مقارنة بنظيرتها في  
المناعة الفطرية . وتعتمد هذه الوسائل على  
حدوث نوعين من المناعة ضد الميكروبات -  
بعد دخولها الجسم - هما :-

\* مناعة خلوية (Humoral Immunity) :  
وتتم بواسطة الأجسام المضادة أو الأجسام  
المناعية ( IgM, IgG, IgA, IgE, IgD ) .

تفاعلها مع صبغة « جرام » ( موجبة أو  
سالبة ) ، والشكل الخارجي ( مكورة أو على  
شكل عصيات ) ، والتكوين الخارجي  
لسطحها ( كبسولة أو أهداب ..... وغيرها ) ،  
وطرق تكاثرها داخل الجسم ( خارج  
الخلايا وتسبب أمراضاً حادة أو داخل  
الخلايا وتسبب أمراضاً مزمنة ) .

تبدأ مناعة الجسم ضد البكتيريا  
باستخدام الوسائل الفطرية المتاحة ، إلا أنه  
عندما تقاوم بعض البكتيريا هذه الوسائل  
وتتمكن من الهرب منها والدخول إلى داخل



شكل (١) مراحل مقاومة الأجسام المضادة للالتهابات البكتيرية .

تتم مقاومة عدوى الفيروسات بكل من وسائل المناعة الفطرية والمكتسبة حيث تبدأ وسائل المناعة الفطرية - عند التعرض للفيروس - في العمل لمنع من اختراق الأغشية الخارجية ودخول أنسجة الجسم . وعندما يتغلب الفيروس على الوسائل الدفاعية الفطرية - في أغلب الأحيان - ويتمكن من دخول الجسم يتم تنشيط الجهاز المناعي الذي يساعد على التحكم في انتشار الفيروس بين خلايا وأنسجة الجسم .

تشمل الوسائل الدفاعية المكتسبة بنوعيتها (خلطية وخلوية) في مواجهة

مراحل مقاومة الأجسام المضادة للالتهابات البكتيرية ، وهي كما يلي :-

(١) منع البكتيريا الهاربة من المناعة الفطرية من الالتصاق بالأغشية الخارجية ودخول الجسم .

(ب) منع تكاثر البكتيريا - التي تخترق الأغشية - وتنشيط بروتينات الجهاز المناعي لمقاومتها وتحطيمها وتحللها وخاصة البكتيريا سالبة الجرام .

(ج) زيادة فعالية البلعمة للخلايا البلعية لا سيما عند مقاومة البكتيريا لها عن طريق إفراز مواد مقاومة أو بناء حوصلة (كبسولة) على سطحها الخارجي .

(د) منع ومقاومة انتشار البكتيريا بعد دخولها الأنسجة ووقف تكاثرها ونموها ، وإبطال مفعول سمومها ، وبذلك يمكن التغلب عليها والشفاء من أضرارها .

### المناعة ضد الفيروسات

تختلف الفيروسات عن البكتيريا في عدة نواحي منها أنها :-

١- دقيقة الحجم ولا ترى إلا بالمجهر الإلكتروني .

٢- تلتصق عند حدوث العدوى بأنسجة الجسم عبر مستقبلات (Receptors) محددة .

٣- تحدث تغيرات جوهريّة في خلايا الجسم نظراً لتكاثرها داخل الخلايا .

٤- تقاوم العلاجات الطبية المتاحة ضدها مقارنة بالبكتيريا .

الجسم ، يتم إستنفار وتنشيط وعمل وسائل المناعة المكتسبة - بنوعيتها الخلطية والخلوية - لمقاومة هذه البكتيريا ومنع تكاثرها ونموها والقضاء عليها . ويمكن توضيح ذلك كما يلي :-

### وسائل فطرية

تمثل وسائل المناعة الفطرية التي يستخدمها الجسم في مقاومة البكتيريا في الجلد ، والعطس ، والسعال ، والخلايا البلعية ، والجهاز المناعي (Complement System) الذي يتكون من مجموعة بروتينات متواجدة في الدم في حالة غير نشطة حيث يتم تنشيطها إما بتفاعل الأجسام المضادة مع البكتيريا ، أو بواسطة التأثير المباشر لبعض المركبات البكتيرية . وتساعد بروتينات الجهاز المناعي في مقاومة البكتيريا من خلال عدة سبل هي :-

١- الالتصاق بالجدار الخارجي للبكتيريا مما يزيد من فعالية عملية البلعمة .

٢- جذب الخلايا البالعة إلى مكان الالتهاب .

٣- المساعدة على تحطيم الجدار الخارجي للبكتيريا وتحللها .

### وسائل مكتسبة

تعمل وسائل المناعة المكتسبة ضد البكتيريا من خلال عدة خطوات متتابعة هي كما يلي :-

١- تبدأ الخلايا البلعية ، وحيدة النواة ، بابتلاع البكتيريا وتحطيمها وهضمها وتفتيتها وظهورها على السطح الخارجي للخلية مرة أخرى في صورة مواد بروتينية بسيطة تسمى مقدمة المستضد (Epitope) وهي منطقة التحام المستضد بالخلية .

٢- تتفاعل مقدمة المستضدات مع كل من خلايا « ب » وخلايا « ت » الليمفاوية في الأنسجة الليمفاوية الطرفية مثل العقد الليمفاوية . ويشمل تفاعلها مع خلايا « ب » العمل على إثارتها وأوجعها لإنتاج أجسام مضادة (مناعة خلطية) ، بينما يشتمل تفاعلها مع خلايا « ت » على تكاثرها وزيادة عددها (مناعة خلوية) . وعندئذ تتحد كل من الأجسام المضادة ، وخلايا « ت » مع البكتيريا فتحطمها وتبطل مفعولها وتمنع تكاثرها ، ويوضح الشكل (١)



والأظافر ، وأمراض الأعضاء الخارجية مثل أمراض الأنف والأذن والحنجرة ، وأمراض عميقة وتصيب الأجهزة الداخلية كالجهاز التنفسي والكبد وخلافه .

تعتمد الوسائل الدفاعية ضد عدوى الفطريات بصفة أساس على المناعة المكتسبة، حيث إن المناعة الفطرية في هذه الحالة غير فعالة لأن الأمراض الفطرية تحدث في أشخاص لديهم أساساً نقص في المناعة .

ويتمثل عمل المناعة المكتسبة الخلوية في إنتاج أجسام مضادة تتفاعل مع الفطريات لتقضي عليها ، إلا أنه لا يتم القضاء عليها تماماً حيث إن معظمها يتوالد داخل الخلايا.

تقوم المناعة المكتسبة الخلوية بالدور الأهم والأساس في القضاء على الفطريات حيث تهاجم الخلايا الليمفاوية القاتلة الأنسجة المصابة لتحطيم الفطريات بها .

ومما يجدر ذكره أن معظم الأمراض الفطرية يمكن التغلب عليها ، إلا أنه في بعض

### المناعة ضد الفطريات

تعد عدوى الفطريات أقل انتشاراً من عدوى البكتيريا والفيروسات على الرغم من انتشارها الواسع في البيئة المحيطة بالإنسان .

وتتميز الفطريات المسببة للأمراض بأنها انتهازية متطفلة تصيب الأشخاص الذين يعانون من نقص في المناعة ، أو المرضى الذين يتناولون مضادات حيوية بكثرة .

وتعجز الفطريات عن تصنيع غذائها بنفسها ، إلا أنه يمكنها الحصول على المواد الغذائية اللازمة لمعيشتها بإحدى ثلاث طرق هي التطفل بالعيش على النباتات ، والترمم بالعيش على البقايا العضوية للكائنات الميتة ، والتكافل بتبادل المنفعة مع الكائنات الحية الأخرى .

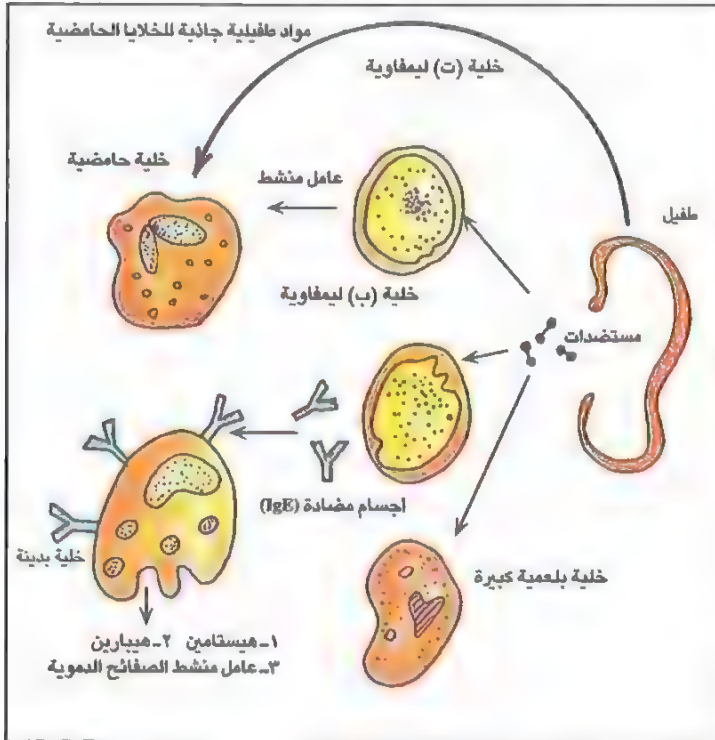
وتسبب الفطريات أمراضاً كثيرة للإنسان يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أنواع هي أمراض سطحية وتصيب الجلد والشعر

الالتهابات الفيروسية في مراحلها المختلفة ، شكل (٢) ، ما يلي :-

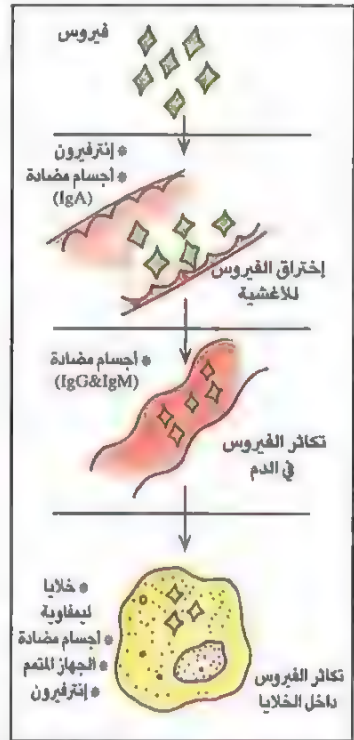
١- إفراز مادة الأنترفيرون المضادة للفيروسات بواسطة الخلايا المصابة لتقوم بحماية الخلايا المجاورة لمنطقة الالتهاب ، وتنشيط الخلايا الطبيعية القاتلة التي تلعب دوراً رئيساً في تحطيم الخلايا المصابة بالفيروس .

٢- حث خلايا « ب » لإنتاج أجسام مضادة (IgA, IgG & IgM) تعمل على الحد من انتشار الفيروس عند وجوده وتكاثره وزيادة عدده في الدم .

٣- عندما يتغلب الفيروس على تأثير الأجسام المضادة ويمكن من دخول الخلية يتم استنفار كل الوسائل الدفاعية والمتمثلة في الخلايا الليمفاوية ، والأجسام المضادة ، والجهاز المناعي ، ومادة الأنترفيرون . وتعد خلايا « ت » الليمفاوية أهم الوسائل الدفاعية وأكثرها تأثيراً في مقاومة الفيروسات .



● شكل (٣) تعاون خلايا المناعة المختلفة ضد عدوى الطفيليات.



● شكل (٢) مراحل مواجهة الالتهابات الفيروسية.

التي تفرزها الخلايا البدينة (الهستامين، والهيبارين، وعامل منشط الصفائح الدموية) حيث أن مادة الهيبارين التي تفرزها الصفائح الدموية تؤثر بطريقة سلبية في عمل الخلايا حامضية الاصطبغ.

٥- قيام الجهاز المناعي باحتواء الطفيليات - عندما لا يتمكن من التخلص منها - داخل جدار من الخلايا البلعمية المختلفة (Granuloma) بواسطة تفاعل مناعي مزمن يؤدي إلى تجمع الخلايا البلعمية الكبيرة وإفرازها مواد تشبه نسيج الفايبرين المتليف تلتف حول موقع الطفيل وتحد من تكاثره ونموه. وكثيراً ما يحدث ذلك التفاعل المناعي في مرض البلهارسيا حيث نجده حول بيضها في الكبد.

٦- تؤدي خلايا « ت » الليمفاوية إلى زيادة تركيز الخلايا المناعية في جدار المعدة الداخلي، كما أنها تؤثر على خلايا الأغشية المخاطية - داخل جدار المعدة - فتفرز مواد مخاطية ومواداً أخرى تؤثر على عضلات المعدة فتقلص العضلات وتطرد الديدان خارج المعدة بواسطة الخلايا المناعية، شكل (٤)، على مرحلتين هما :-

غشائها الخارجي، وإفراز إنزيمات ومواد أخرى فعالة، وبذلك تكتسب الخلايا البلعمية القدرة على مهاجمة الخلايا والأنسجة التي تحتوي على الطفيليات مثل طفيل التريبانوسوما والشمانيا والملاريا والبلهارسيا.

٤- حيث مستضدات الطفيل لخلايا « ب » الليمفاوية على إنتاج أجسام مضادة من نوع (IgE) تلتصق بالفشاء الخارجي للخلايا البدينة، شكل (٣)، التي تقوم بإفراز عدة مواد أهمها مادة الهستامين، ومادة جذب الخلايا حامضية الاصطبغ. كما تفرز الطفيليات - في الوقت نفسه - مواد تجذب وتنشط الخلايا حامضية الاصطبغ، وفي وجود مواد تفرزها خلايا « ت » تكتسب الخلايا حامضية الاصطبغ القدرة على التفاعل والإسهام في القضاء على الطفيليات بإحدى طريقتين هما :-

(١) التعاون مع الأجسام المضادة في مهاجمة الطفيليات وإفراز إنزيمات لها القدرة على تحليلها والقضاء عليها.

(ب) إفراز عدة إنزيمات تبطل مفعول المواد

الحيوان تستمر فترة العلاج مدة طويلة وخاصة في حالة الإصابات بالفطريات العميقة. كما أنه لا توجد لقاحات أو أمصال للتحصين الصناعي ضد الفطريات كما هو الحال في أمراض البكتيريا.

### المناعة ضد الطفيليات

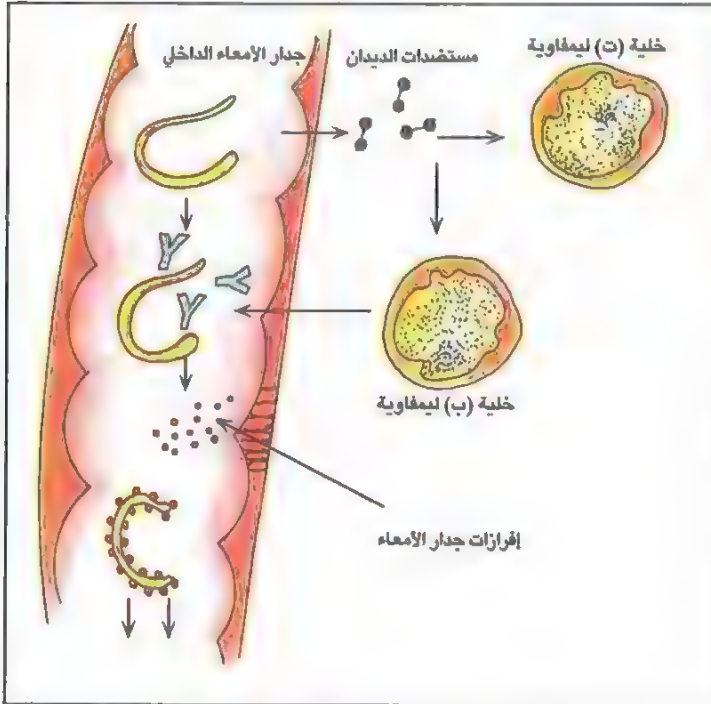
تتميز الطفيليات عن سابقتها من الأحياء الدقيقة بأنها كبيرة الحجم يمكن الكشف عن بعضها بالعين المجردة مثل الدودة الشريطية، كما أنها ذات دورة حياة معقدة، ويعتمد بعضها على وجود وسيط لتكملة دورة حياته، إضافة إلى أن عدواها دائماً مزمنة بسبب تعايش الطفيل في جسم الإنسان لفترات طويلة، وبالتالي يحتاج الجسم إلى طرق مختلفة من الوسائل الدفاعية للقضاء عليه.

تعد وسائل المناعة الفطرية في عدوى الطفيليات غير مجدية وفعالة وذلك لقدرة الطفيل على التكاثر والتفوق عليها، ولذا يتم استنفار عوامل المناعة المكتسبة للقيام بدورها على أكمل وجه في مقاومة الطفيل والقضاء عليه وتخليص الجسم منه، ويمكن توضيح الوسائل الدفاعية، التي تستخدم في مقاومة الطفيليات بعد دخولها جسم الإنسان وتنشيطها لخلايا المناعة المختلفة، شكل (٢)، في النقاط التالية :-

١- مقاومة وتحكم خلايا « ت » الليمفاوية في تكاثر الطفيل، حيث أثبتت عدة بحوث أن حيوانات التجارب التي تقتفر إلى خلايا « ت » لا يمكنها مقاومة تكاثر الطفيل والقضاء عليه. وللعالجة ذلك يتم تحفيز الجهاز المناعي لهذه الحيوانات بحقنها بخلايا « ت » الليمفاوية.

٢- قيام خلايا « ت » النشطة التي تتميز بخاصية تسميم الخلايا بالقضاء على بعض الالتهابات الطفيلية مثل طفيل التريبانوسوما كروزي (Trypanosome Cruzi) من خلال مهاجمتها للخلايا والأنسجة التي تحتوي على الطفيل، إلا أن فعالية خلايا « ت » ضعيفة في مقاومتها للطفيليات مقارنة بفعاليتها في مقاومة الالتهابات الفيروسية.

٣- يؤدي تنشيط الخلايا البلعمية الكبيرة بواسطة محفزات الخلايا (Lymphokines) التي تفرزها خلايا « ت » المساعدة إلى زيادة مستقبلات الأجسام المضادة والمتعم على



● شكل (٤) مراحل طرد الديدان خارج المعدة.



# عالم في سطور

## جُنْتَر بلوبل Günter Blobel

والأغشية الخلوية والأسس التي تمكن الخلايا من تنظيم أقسامها المختلفة لإنتاج البروتينات وفَرْزها وانتقالها .

\* نشر ٢١٧ بحثاً علمياً إضافة إلى عشرات البحوث المنشورة في مدونات المؤتمرات والكتب المتخصصة .

### ● الجوائز والتقدير العلمي :

\* جائزة الأحياء الجزيئية ( Molecular Biology ) ، الولايات المتحدة ، ١٩٧٨ م .

\* جائزة مؤسسة جيردنر ، ١٩٨٢ م .

\* ميدالية واربرج ، الجمعية الألمانية للكيمياء الحيوية ( Biochemical Society ) ، ١٩٨٣ م .

\* جائزة ريتشارد لونزبري ، ١٩٨٣ م .

\* جائزة د . ف . ماتيا ، ١٩٨٦ م .

\* ميدالية ويلسن ، الجمعية الأمريكية لعلم الأحياء الخلوية ، ١٩٨٦ م .

\* جائزة لويذا جروس هيرتز ، ١٩٨٧ م .

\* جائزة واتسورد للعلوم الطبية الحيوية ، ١٩٨٩ م .

\* جائزة ماكس بلانك ، ألمانيا ، ١٩٩٢ م .

\* جائزة ألبرت لاسكر للبحوث الطبية الأساسية ، ١٩٩٣ م .

\* جائزة سيبرا درو للبحوث الطبية الحيوية ، ١٩٩٥ م .

\* جائزة الملك فيصل العالمية للعلوم ( الإشتراك ) لعام ١٤١٦ هـ / ١٩٩٦ م .

المصدر :-

الفائزون بجائزة الملك فيصل العالمية ( ١٤١٦ هـ - ١٩٩٦ م ) .

### ● الاسم : جُنْتَر بلوبل

### ● الجنسية : أمريكي

### ● تاريخ الميلاد : ١٩٣٦ م

### ● المؤهلات العلمية :

\* دكتوراه الطب ، جامعة توبنجن ، ألمانيا ، ١٩٦٠ م .

\* دكتوراه في علم الأورام ، جامعة وسكنسن ، الولايات المتحدة الأمريكية ، ١٩٦٧ م .

### ● الوظيفة الحالية :

\* أستاذ كرسي جون د . روكفلر في جامعة روكفلر ، وباحث في معهد هوارد هيوز الطبي ، نيويورك ، الولايات المتحدة الأمريكية .

### ● أعماله :

\* زميل فوق الدكتوراه بجامعة روكفلر ، ١٩٦٧ م .

\* أستاذ مساعد ثم أستاذ مشارك في جامعة روكفلر ، ١٩٦٧ - ١٩٧٦ م .

\* أستاذ كرسي بجامعة روكفلر ، ١٩٧٦ م .

\* باحث في معهد هوارد هيوز الطبي منذ عام ١٩٧٦ م .

\* رئيس الجمعية الأمريكية لعلم الأحياء الخلوية ( Cell Biology ) ، ١٩٩٠ م .

### ● الإنجازات العلمية :

\* وضع الإطار الفكري والفرضيات والطرائق التجريبية التي أدت إلى تحقيق العديد من الإكتشافات المتعلقة بآليات فرز البروتينات وانتقالها عبر الأغشية وإندماجها فيها .

\* توضيح نظم التشييد الحيوي للعضيات

( ١ ) اتحاد الأجسام المضادة التي تفرزها خلايا « ت » مع الديدان فتتلف الغشاء الخارجي لها .

( ب ) إفراز خلايا « ت » مواد تزيد من إفرازات جدار الأمعاء مما يساعد إما على تغيير الوسط الكيميائي داخلها ، وإما تغليف الديدان من الخارج والعمل على طردها .

ومن الجدير بالذكر أن عدوى الطفيليات تتميز بزيادة في تركيز الأجسام المضادة المناعية بجميع أنواعها ، ويرجع ذلك بصفة أساسية إلى وجود أنواع مختلفة ومتعددة من المستضدات التي تفرزها الطفيليات في مراحل تكاثرها المختلفة .

وعلى الرغم من وجود كل الوسائل الدفاعية السابقة في الجسم ، إلا أن بعض الطفيليات تتمكن من غزو الجسم وإحداث أمراض مختلفة بأعضائه وأنسجته ، ويرجع ذلك بصفة أساسية إلى وجود عدة طرق تتجنب بها الطفيليات تأثير الخلايا المناعية ، منها ما يلي :-

١- توالد بعض أنواع الطفيليات داخل خلايا الجسم يعمل على حمايتها من هجوم الأجسام المضادة عليها ، ومثال ذلك طفيل التريبانوسوما كروزي ( Trypanosome Cruzi ) ، والليشمانيا ( Leishmania ) ، وبعض مراحل طفيل الملاريا داخل كريات الدم الحمراء . كما أن هناك أنواعاً أخرى تحتمي داخل الحويصلات مثل الأميبا ( Entameoba Histolytica ) .

٢- لجوء بعض أنواع الطفيليات مثل التريبانوسوما الأفريقي ( African Trypanosomes ) إلى تغيير المستضدات على غشائها الخارجي مما يفقد الجهاز المناعي قدرة التعرف عليها .

٣- التأثير السلبي لبعض الطفيليات على خلايا الجهاز المناعي من خلال إفراز بعض المواد التي تؤثر على الخلايا الليمفاوية ، ومثال ذلك المادة التي تفرزها طفيليات التريبانوسوما التي تقوم بتسميم الخلايا الليمفاوية .



## د. حرب الهرفي

جاء أول استعمال لكلمة حساسية عن طريق طبيب الأطفال النمساوي «فون بيركت» عام ١٩١٦م، لوصف ردة الفعل الزائدة عند بعض الأطفال بعد إعطائهم مصل التطعيم ضد بعض الأمراض.

وقد قسم العالمان «كوم وجل» ردة الفعل التحسسية حسب ردة الفعل المناعية والفترة الزمنية التي تحدث فيها الحساسية بعد التعرض للمسببات إلى أربعة أنواع هي كما يلي :-

### ● الحساسية السريعة

تحدث الحساسية السريعة أي ما يسمى بالنوع رقم ١ نتيجة تفاعل الجزيء المسبب للحساسية (المستضد) مع أجسام المناعة المضادة له (IgE) على سطح الخلايا البدنية المتحسسة، وينتج عن ذلك إفراز الهستامين وغيره مما يؤدي إلى مظاهر الحساسية عند الشخص الحساس لمسببات الحساسية كحبوب لقاح الأعشاب والأشجار والحيوانات وبعض الأدوية إلخ. وتحدث ردة الفعل هذه خلال دقائق من التعرض للمسبب.

يعتمد تشخيص حالات الحساسية السريعة على السيرة المرضية المفصلة للمريض وبعدها يتم الكشف والتعرف على

وبسبب أن الحساسية مزمنة، وتؤثر على عدد كبير من الناس خاصة في سن الشباب فإن أثرها على الصحة العامة له نتائج اقتصادية سلبية بدرجة كبيرة، بسبب أنها قد تؤدي إلى التغيب عن المدرسة والعمل فضلاً عن تكلفة العلاج الذي يضاعف الخسارة الاقتصادية الناتجة بسببها.

يتناول هذا المقال ما هي الحساسية وأنواعها وكيفية حدوثها وعلاقتها بجهاز المناعة في أجسامنا، وكيفية الاستفادة من معرفتنا لهذه العلاقة في تشخيص مظاهر الحساسية المختلفة.

## أنواع الحساسية

الحساسية (Allergy) هي ردة فعل غير طبيعية وزائدة من قبل الجسم ضد أشياء أو جسيمات بيئية غير ضارة عادة لمن لا يعانون من الحساسية، وينتج عن ردة الفعل المناعية الزائدة هذه إفراز خمائر ومهرمونات من الخلايا المتحسسة تؤدي إلى حدوث أعراض الحساسية المعروفة من عطاس، وحكة واحمرار في العينين والجلد واحتقان في الصدر وضيق في التنفس، وفي أحيان أخرى حدوث صدمة تؤدي إلى هبوط الضغط قد تؤدي إلى الوفاة.

تعد أمراض الحساسية بمظاهرها المختلفة من أكثر الأمراض المزمنة شيوعاً في العصر الحديث. ونستخلص من الدراسات الوبائية لانتشار أمراض الحساسية في مختلف بلدان العالم ومن الدراسات الخاصة في المملكة العربية السعودية أن حوالي ١٥% من السكان في العالم يعانون من حساسية الأنف والعيون وأن ٨% يعانون من حساسية القصب الهوائية أو ما يعرف بالربو. وهناك دلائل علمية متواترة على أن هذه النسب أخذت في الازدياد. أما حساسية الجلد (الأكزيما) والكرز (Urticaria) وحساسية الأطعمة والأدوية ولدغة الحشرات، فمع أن نسبة حدوثها غير معروفة على وجه التحديد إلا أن الملاحظ أنها واسعة الانتشار وتصيب جميع الأعمار. وقد تصل نسبة الذين يعانون منها في أية فترة من أعمارهم إلى عشرة في المائة، وإذا حولنا هذه النسب للإصابة بأمراض الحساسية إلى أعداد حقيقية فإننا سنجد أن حوالي مليوني إنسان يعانون من شكل من أشكال الحساسية في السعودية وحدها، على افتراض أن عدد سكانها يبلغ حوالي أربعة عشر مليوناً. وبمقارنة بسيطة مع الأمراض المزمنة الأخرى يتضح أن أمراض الحساسية هي الأكثر انتشاراً، ولا نبالغ إذا قلنا إن الحساسية هي مرض الحياة العصرية الحديثة. إضافة إلى ذلك يلاحظ أن أمراض الحساسية بأوجهها المختلفة تزداد انتشاراً في المدن الكبرى. وتقل في الأرياف والقرى. ومع أن الحساسية يمكن أن تحدث في أي سن من سنوات الحياة إلا أن حوالي ٨٥% من الحالات تحدث في سن الشباب والطفولة، وتكثر دون سن الأربعين سنة، بينما تقل بتقدم العمر حتى تكاد تنعدم بعد الستين.



هذا النوع من الحساسية عندما يتم تداخل المستضد مع الجسم المضاد على جدار الوعاء الدموي مما يؤدي إلى تنشيط المتمم وحدوث تفاعل التهابي حاد تتجمع على أثره الخلايا البيضاء لتفرز إنزيمات (Lysosomal enzymes) المحطمة للأنسجة (Lysosomal enzymes) ، ويؤدي ذلك إلى زيادة قابلية الوعاء الدموي بالسماح لدخول وخروج العناصر والوسائل مسببة موت الخلايا .

يحدث هذا النوع من الحساسية حسب نسبة المستضدات للأجسام المضادة وذلك كما يلي :-

١- نسبة الأجسام المضادة (IgG) أكبر من نسبة المستضدات : ويحدث في هذه الحالة ترسيب معقد الجسم المضاد (IgG) .

ومن أمثلة هذا التفاعل ما يحدث لبعض المزارعين في المناطق المطيرة عند تعاملهم مع الأعشاب المخزنة ، حيث يؤدي استنشاقهم لبعض الفطريات المتولدة في تلك الأعشاب إلى إنتاج أجسام مضادة (IgG) لتكوّن معقد مستضدات ( الفطر المستنشق ) وتلك الأجسام (IgG) . ويترسب هذا المعقد في القصبة الهوائية للثة ليؤدي إلى الإصابة بمرض ( ربّة المزارع ) ، يُحدث صداعاً وسعالاً وضيقاً في التنفس وفوراً وحُمى وألماً عامة .

٢- نسبة المستضدات أكثر من نسبة الأجسام المضادة (IgG) : وفي هذه الحالة يحدث ترسيب معقد المستضد ، ومن أمثلة ذلك مرض ما يسمى بإعياء المصل (Serum Sickness) ، وهو فرع من الحساسية تسببه جرعة واحدة من المستضد ويحدث ما بين اليوم السابع إلى الرابع عشر من دخول الجرعة . ومن أمثلة هذا النوع من الحساسية ما يحدث عند علاج التيتانوس (الكزاز) بمصل محضّر من الحصان . فإن حدث أن تلقى شخص ما علاج التيتانوس من قبل وأعطى جرعة أخرى في المرة الثانية فإن التفاعل لإنتاج معقد المصل قد يتم في غضون أربعة أيام أو أقل ، وقد يحدث أحياناً بسرعة وفي الحال ، حيث يتسبب في حمى ووهكة عامة وطفح جلدي مع تضخم في الغدد الليمفاوية وآلام بالمفاصل وورم حول العينين أو بالرجل أو العجز .

\* حساسية الكرز (Urticaria) : وتتميز بحدوث بقع حمراء تقع على الجلد تظهر وتختفي على فترات تتراوح بين دقائق إلى ساعات ، وقد تستمر أياً ما إلى أسابيع أو أشهر وأحياناً سنوات عديدة ولكنها تختفي في النهاية .

تتعدد أسباب هذا النوع من الحساسية ولكن من أهمها العقاقير والأطعمة ، وفي معظم الحالات يكون السبب غامضاً .

## ● حساسية النوع - ٢

تحدث حساسية النوع - ٢ أي ما يسمى بالتسمم الخلوي (Cytotoxic) عند تفاعل الأجسام المضادة مع مستضدات الأنسجة ، وفي العادة يكون هذا التفاعل تسبباً يؤدي إلى تثبيت المتمم (Complement) وجذب الخلايا البيضاء متعددة الأشكال (Poly-morph) مما يؤدي إلى قتل أو تحلل خلايا الأنسجة . ومن أمثلة ذلك ما يلي :-

١- تكسر كريات الدم الحمراء نتيجة إعطاء المريض دم من فصيلة مختلفة لفصيلته عن طريق الخطأ .

٢- إنتاج الجسم لأجسام مضادة ذاتية ضد مستضدات الخلايا الحمراء كما يحدث في مرض أنيميا تحلل الدم بالأجسام المضادة (Autoimmune Haemolytic Anaemia) .

٣- إنتاج الجسم لأجسام مضادة نتيجة إعطاء المريض عقار (α-methyl dopa) مما يؤدي إلى تكسر كريات الدم الحمراء وظهور أنيميا .

٤- إنتاج الجسم لأجسام مضادة ذاتية ضد مستضدات الصفائح الدموية كما يحدث في مرض نقص الصفائح الدموية (Idiopathic Thromocy Topenic Purpura) .

٤- إنتاج الجسم لأجسام مضادة ذاتية ضد أنسجة الكلى والرتتين كما يحدث في مرض متلازمة قود باستر (Good Pasture Syndrome) .

## ● حساسية النوع - ٣

يسمى هذا النوع من الحساسية المعقد المناعي (Immune Complex) أو التفاعل المعقد بين المستضد والجسم المضاد (Antigen - Antibody Complex) . ويحدث

مسبباتها بإجراء فحص مخبري وبواسطة وخز الجلد بعد وضع المستضد المشكوك في تسببه للحساسية . ويخضع المريض للمراقبة لحوالي ١٥ إلى ٢٠ دقيقة ، وعند معرفة المسببات يضع الاختصاصي خطة العلاج والتي تشمل تجنب المسببات ، بالإضافة إلى إعطاء بعض العقاقير المضادة للحساسية ، وقد يقرر المختص إعطاء جرعات تطعيم من مصل يحتوي على مستخلص المسببات التي لا يمكن للمريض أن يتجنبها . ومن أهم الأمراض التحسسية الناجمة عن الحساسية السريعة ما يلي :

\* حساسية الأنف والعينين : تسمى بحمى القش (Hay fever) عند عامة الناس ، وهي تعد من أكثر أمراض الحساسية شيوعاً إذ يعاني منها ما نسبته ١٥ - ٢١٪ من سكان المدن ، وأهم مظاهر هذه الحساسية حكة في الأنف والعينين والاذنين والحنك ، واحتقان الأنف وسيلانه والعطاس والتدميع ، والصداع . وقد تكون هذه الحساسية فصلية في فصلي الربيع والخريف ، أو على مدار السنة وأهم أسبابها حبوب لقاح النباتات من أعشاب وأشجار .

\* حساسية القصبة الهوائية (الربو) : وتعد من أهم مظاهر الحساسية وأكثرها تأثيراً على حياة الفرد ، وقد تصيب ما نسبته ١٢ - ٢٠٪ وذلك حسب البلد والبيئة والعمر . ومن أهم مظاهر هذا النوع من الحساسية السعال وضيق التنفس أو ما يعبر عنه بالكتمة والازيز أو الصغير مع التنفس والحسرة .

\* حساسية الجلد (الأكزيما) : وتكثر في الأطفال الصغار ولكنها تصيب الكبار أيضاً ، وقد تبدأ على شكل احمرار وخشونة مع قشرة على الخدين ثم تنحصر في ثنايا الجلد ، وقد تكون شديدة وتغطي أجزاء كبيرة من الجسم .

ومن أهم مظاهر هذه الحساسية الحكة الشديدة واحمرار الجلد وخشونته وفي الحالات الشديدة يرشح الجلد سائلاً أصفر اللون ويسبب حكة شديدة .

تعد الأطعمة من أهم مسببات هذه الحساسية خاصة في سن الطفولة المبكرة (دون ٣ سنوات) .

## ● الحساسية المتأخرة

تنتج الحساسية المتأخرة (Delayed Hyper Sensitivity) - (يطلق عليها أيضاً المناعة الخلوية (Cellular Immunity)) - عن تفاعل المستضد المسبب للحساسية مع خلايا ليمفاوية متحسسة، وليس أجساماً مضادة كما ورد في الحديث عن مسببات الحساسية السريعة، وينتج عنها تورم واحمرار وتدرن كما هو الحال في فحص الصدر الإيجابي، أو التحسس لبعض المعادن مثل الحساسية التلامسية. عند تعرض الخلايا الليمفاوية لمسبب الحساسية فإنها تقوم بإفراز هرمونات السيتوكين (Cytokines) التي تجذب إليها خلايا التهابية ليمفاوية أخرى مما يؤدي إلى التهاب تدريجي كما هو الحال في مرض السل أو الدرن، والالتهابات الفطرية، والتحسس لبعض المعادن والمواد الكيميائية مثلما يحدث في الحساسية التلامسية.

تساعد معرفة كيفية حدوث الحساسية المتأخرة على الكشف عن الإصابة ببعض الأمراض سواء كانت ردة الفعل المناعية طبيعية أو ضعيفة أو ناقصة. ففي حالة المناعة الطبيعية يمكن استعمال مستخلص بروتين (PPD) للكشف عن وجود مناعة ضد جرثومة الدرن بحقن كمية بسيطة (0.5 وحدات) في الجلد وقراءة النتيجة بعد 48 ساعة. ففي حالة الشخص المصاب بالدرن أو الذي تعرض للدرن فإنه يظهر تورم واحمرار على شكل درنة في مكان الفحص. أما في حالات ضعف المناعة ونقصانها الشديد أو سوء التغذية المزمن أو حالات الإصابة بالسرطان فإن رد فعل الحساسية المتأخرة يختفي بحيث لا يسبب أي احمرار أو تورم مكان الفحص.

من جانب آخر يتم تشخيص الحساسية المتأخرة التلامسية بوضع لصقة على الجلد (Patch test) تحتوي على المادة المشتبه في تسببها في الحساسية لمدة 48 ساعة تنزع بعدها، فإن لوحظ وجود احمرار وتورم مكان اللصقة فإن ذلك يدل على وجود المادة المشتبه في تسببها للحساسية، أما إذا لم يحدث ذلك فيمكن إجراء فحص مواد أخرى مشتبها بها. وبعد معرفة أسباب الحساسية التلامسية يمكن تجنبها واستخدام الدواء اللازم للشفاء منها.

تختلف أنواع الحساسية المتأخرة التلامسية حسب المادة المسببة لها، ومن أشهر أنواعها ما يلي:-

● حساسية النيكل: وتلاحظ على الرسغ في مواضع الساعات. وعلى الفخذ إذا كانت الحساسية ناتجة عن المفاتيح أو العنق إذا كان المسبب قلادة.

● حساسية المواد الكيميائية: ومن أمثلتها الحساسية للمواد المستخدمة في دباغة الجلود مثل الكروم، وهي حساسية تلامسية تعرف بحساسية الجلد الناتجة عن الأحذية (Shoe Dermatitis) وتظهر على شكل احمرار وحكة على أصبع القدم الكبير ثم تنتشر إلى بقية القدم.

● حساسية المطاط: وهي شائعة الحدوث حيث إن مركبات المطاط تدخل في أشياء كثيرة.

● حساسية أدوات الزينة وأصباغ الأظافر: وتكثر بين النساء نتيجة استخدام هذه المواد.

## الحساسية والجهاز المناعي

يعد جهاز المناعة وحدة معقدة ومتشابهة من الخلايا تعمل على إفراز أجسام مناعية وخمائر (إنزيمات) وموصلات (Inter leukins) بين هذه الخلايا. ومع أن هناك خلايا لها علاقة مباشرة وخاصة بالحساسية إلا أن هذه الخلايا لا تستطيع القيام بوظائفها وردة فعلها بمعزل عن بقية الخلايا المناعية الأخرى. ومن أهم الخلايا المتصلة مباشرة بالحساسية الخلايا البدينة (Mast Cells) والخلايا قاعدية الاصطبياغ (Basophils) وخلايا ثانوية ذات علاقة غير مباشرة مثل الخلايا حامضية الاصطبياغ (Eosinophils) والخلايا الليمفاوية (Lymphocytes) والخلايا المعالجة للمستضد (Antigen. Processing) وهي عبارة عن الخلايا البلعمية (Macrophage).

تتحد خلايا الجهاز المناعي بعضها مع بعض بواسطة شبكة اتصالات معقدة قبل حدوث الحساسية، ويساعد فحص الخلية ومكوناتها على فهم كيفية حدوث الحساسية وبالتالي معرفة أفضل طريقة للتشخيص والعلاج والوقاية، ويمكن تفصيل كيفية

حدوث الحساسية ضمن مكونات خلايا الجهاز المناعي وذلك كما يلي:-

## ● الخلايا المعالجة للمستضد

الخلايا المعالجة للمستضد (Antigen Processing) عبارة عن خلايا بلعمية (Macrophage) كبيرة حيث إنها من أكبر الخلايا المنتشرة في جميع أنحاء الجسم خاصة الجلد والجهاز التنفسي والهضمي والكبد والطحال. تتميز هذه الخلايا بأنها ذات شكل معقد ولها مستقبلات على شكل أطباق التلفاز تتعرف بوساطتها على الأجسام الغريبة (المستضدات) التي تدخل الجسم لتسبب الحساسية. تبدأ هذه الخلية بابتلاع المستضد وهضمه وتفتيته ومن ثم تقوم بإرسال إشارة - بوساطة موصل ما بين الخلايا رقم ١ (Interleukin -1) - إلى خلايا «ت» المساعدة (Helper - T Lymphocytes).

## ● خلايا «ت» المساعدة

خلايا «ت» المساعدة خلايا بيضاء صغيرة ذات نواة كثيفة توجد في الدم والغدد الليمفاوية والطحال ونخاع العظم. وهي عند استقبالها للإشارة المرسلة من الخلية المعالجة للمستضد تنشط لتتكاثر في العدد حتى تستطيع إنتاج خلايا قادرة على التعرف على المستضد المسبب للحساسية ومن ثم تقوم بإرسال إشارات خاصة من أجل الاتصال أو الالتصاق المباشر بخلايا «ب» (B-Lymphocytes).

## ● خلايا «ب»

تقوم خلايا «ب» فور استلامها للإشارة بالنمو والنشاط وتحول إلى خلية بلازمية (Plasma Cell).

## ● الخلية البلازمية

تقوم الخلية البلازمية بإنتاج وإفراز أجسام المناعة التحسسية من نوع (IgE) المتخصصة ضد المستضد، والذي يسمى في هذه الحالة بمستضد الحساسية (Allergen). وفي هذه الحالة تتخصص أجسام الحساسية المناعية (IgE) في التفاعل مع الأجسام المسببة لها، حيث إنها يمكن أن تتعرف عليها إذا دخلت الجسم مرة أخرى.



إفرازات جهاز المناعة عند تعرضه لمسببات الحساسية ما يلي :-

### ● الهستامين

يعمل الهستامين (Histamine) على توسيع الشعيرات الدموية والاحتقان والحكة والاحمرار وزيادة الإفرازات المخاطية .

### ● اللوكوتريين

يؤدي اللوكوتريين (Leukotrienes) إلى انقباض بطيء الكرياتين إلى انقباض بطيء للعضلات اللاإرادية في القصبة الهوائية والأمعاء مع حدوث التهاب .

### ● منشط صفائح الدم

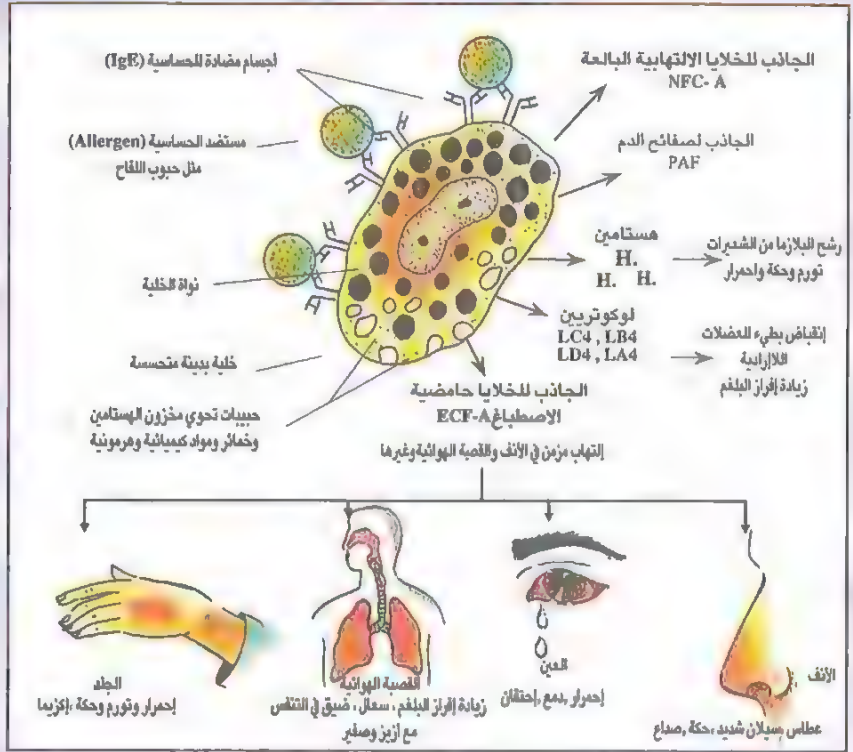
يقوم منشط صفائح الدم (Platelets Activating Factor-PAF) بجذب صفائح الدم إلى مكان حدوث الحساسية حيث تقوم صفائح الدم بدورها على إفراز خمائر أخرى تؤدي إلى تفاقم ردة الفعل التحسسية .

### ● مادة جاذبة للخلايا حامضية الاصطبغ

تعمل هذه المادة (Eosinophil Chemotatic Factor-ECF-A) على جذب الخلايا حامضية الاصطبغ إلى مكان حدوث الحساسية ، وبسبب احتواء هذه الخلايا على كميات من المواد الفعالة فإنها تعمل على إحداث التهابات وموت الخلايا ، إضافة إلى أنها تجذب خلايا « ت » ليمفاوية إلى مكان الحساسية ، وبذلك تتسبب في حدوث التهابات تحسسية مزمنة مما يؤدي إلى استمرار حدوث أعراض الحساسية .

### ● مواد أخرى

بالإضافة إلى ما ذكر سابقاً هناك مواد أخرى لا يتسع المجال لذكرها تعمل على جذب الخلايا الالتهابية والبلعمية .



● شكل (١) ردة فعل الجهاز المناعي عند ظهور مسببات الحساسية.

مسببات الحساسية ، فالعوامل البيئية المسببة للحساسية - وجود نوع معين من حبوب اللقاح مسبب للحساسية مثلاً - تتفاعل مع الإنسان المعرض للإصابة بالحساسية .

تبدأ الخطوة الأولى لظهور أعراض الحساسية بإنتاج أجسام الحساسية (IgE) عند تعرضها لمسببات تعمل على إثارتها . ويؤدي هذا إلى تحسس الخلايا قاعدية الاصطبغ والخلايا البدنية ذات المخزون الكبير من الهستامين والهرمونات ، شكل (١) ، وعند التعرض المتكرر لمسببات الحساسية تتفاعل مستضدات الحساسية (Allergen) مع أجسام الحساسية (IgE) على سطح الخلايا قاعدية الاصطبغ والخلايا البدنية ، عندها تحدث تغيرات فسيولوجية وكيميائية داخل تلك الخلايا تؤدي إلى إفراز هرمونات وخمائر ومواد كيميائية تؤدي في مجموعها إلى الصورة المعقدة للحساسية التي لا يوجد لها علاج ناجح . ومن أهم

تتواجد أجسام الحساسية المناعية (IgE) إما في بلازما الدم أو تكون ملتصقة على سطح الخلايا قاعدية الصبغة (Basophils) أو الخلايا البدنية (Mast Cells) ، وتعد الخلايا قاعدية الاصطبغ والخلايا البدنية المسئولتين مباشرة عن تفاعل الحساسية السريعة (Immediate Type-1) لأنهما تحتويان على الهرمونات والخمائر والمواد الكيميائية التي تسبب مظاهر الحساسية السريعة عند إفرازهما .

### كيفية حدوث الحساسية

تحدث الحساسية لدى الأشخاص بتوفر شرطين هما :

- ١- الاستعداد الفطري لدى الشخص للإصابة بالحساسية أي ما يسمى بعامل الوراثة ، حيث يلاحظ أن أمراض الحساسية تكثر عند عائلات دون غيرها .
- ٢- الظروف البيئية المناسبة التي تكثر فيها

# أمراض المناعة الذاتية

د. بابكر علي محمد الأمين

يتكيف جهاز المناعة في الإنسان بحيث يستطيع أن يتعرف على أي ميكروب موجود حالياً في البيئة أو سيأتي في المستقبل . ولهذه المرونة الفائقة ثغرات جعلت الجسم يُستثار ذاتياً لينتج خلايا وأجساماً مضادة لبعض مكونات الجسم نفسه مما يعرف " بالمناعة الذاتية " . وفي هذه الحالة تمثل مكونات الجسم المشار إليها مستضدات ذاتية . ورغم وجود آليات عديدة في الجسم لمنع حدوث مثل هذه الاستثارة الذاتية لجهاز المناعة ، إلا أن آليات الجسم ككل الأليات معرضة لخلل خاصة بعد تقدم العمر مما يتسبب في ما يعرف بأمراض المناعة الذاتية .

وعلى الرغم أن هناك بعض حالات المناعة الذاتية التي ليس لها آثار سلبية

كبيرة مثل تكوّن الأجسام المضادة في القلب عقب الذبحة الصدرية ، إلا أن أغلبها يتسبب أو يشارك في عمليات مرضية محددة تعرف بأمراض المناعة الذاتية (Autoimmune Diseases) . سنتناول هذا اللقال بعضاً من هذه الأمراض من حيث سبباتها وأنواعها وطرق مكافحتها وعلاجها .

تُقسّم أمراض المناعة الذاتية إلى ثلاثة أقسام متداخلة أحدها طيفاً أطرافه الأمراض الخاصة بعضو محدد من أجهزة الجسم ، مثل مرض هاشيموتو (Hashimoto's Disease) الذي يصيب جزءاً معيناً من الغدة الدرقية ، فتصبح حساسة (Sensitized) ، فتثير خلايا المناعة لتنتج أجساماً مضادة - تدور في الدم - لمكونات الغدة الدرقية فقط . ويتمثل القسم الثاني في أمراض تسبب التقرح والأذى في عضو معين ، دون أن تُكوّن أجساماً مضادة خاصة به ، مثل مرض تليف الكبد الصفراوي الأولي (Primary biliary cirrhosis) .

أما القسم الثالث فيتمثل في أمراض غير خاصة بعضو معين ، مثل مجموعة الأمراض الروماتيزمية (Rheumatoid Group) ممثلة بمرض الذئبة الحمراء الجهازية (Systemic Lupus Erythematosus - SLE) . وهذه تتميز بأنها ليس لها عضو محدد ، كما أن

الأجسام المضادة الناتجة ليس لها تخصصية ضد عضو معين ، إضافة إلى أن الثغرات المرضية الناتجة عنها تنتشر في الجسم على نطاق واسع ، خاصة في الأغشية الضامة في الجلد ، الكلى ، المفاصل ، والأوعية الدموية .

وهناك تداخل بين أمراض المناعة الذاتية في بعض الحالات ، حيث يلاحظ مثلاً أن أكثر من ٥٠٪ من المصابين بفقر الدم الخبيث - من أمراض المناعة الذاتية - توجد لديهم أجسام مضادة في الغدة الدرقية ، وهذا يعني وجود مسارين عند هؤلاء المرضى أحدهما لإنتاج مضادات تتسبب في فقر الدم والآخر لإنتاج مضادات خاصة بالغدة الدرقية .

## آلية المناعة الذاتية

تبدأ المناعة الذاتية بالتصاق المستضد الذاتي بخلايا « ت » المساعدة ، وعلى أثر ذلك

يتم تنشيط كل من خلايا « ت » لإنتاج خلايا « ت » المنشّطة ، وخلايا « ب » لإنتاج الأجسام المضادة الذاتية المتسببة في أمراض المناعة الذاتية . وعليه فإن عملية كبح آلية المناعة الذاتية المذكورة عند الجسم الطبيعي للكبار تتمثل في الحيلولة دون وصول المستضد الذاتي إلى خلايا « ت » المساعدة ، سواء عن طريق كبح هذه الخلايا ، أو عن طريق إحداث خلل في المستضدات الذاتية ، بحيث تصبح غير قادرة على التعرف على خلايا « ت » المساعدة .

ويعتقد بأن أمراض المناعة الذاتية تحدث عندما تصاب عملية التحكم في كبح وصول المستضدات الذاتية إلى خلايا « ت » المساعدة بالخلل ، ويعد هذا الخلل ذا علاقة وراثية يتفاقم مع تقدم العمر ، وفي وجود مؤثرات بيئية كالإصابة بالميكروبات وغيرها من العوامل



الجسم عرضة لأمراض أخرى . فمثلاً قد يصحب الإصابة بالحمى الروماتيزمية العادة إصابة الزور بميكروب الاستربتوكوكس وهكذا .

### أنواع أمراض المناعة الذاتية

تختلف أنواع أمراض المناعة الذاتية ، جدول (١) ، حسب نوع الأجسام المضادة الذاتية وموقع تأثيرها على الجزء المعين من الجسم وذلك كما يلي :-

#### ● فقر الدم الانحلالي

ينجم مرض فقر الدم الانحلالي بسبب التصاق الأجسام المضادة الجائلة (Humo- ral Antibodies) في الدم بكريات الدم الحمراء ، مما يؤدي إلى تطلها . وقد لوحظ ذلك من خلال التجارب التي أضيفت فيها تلك الأجسام إلى خلايا دم حمراء سليمة ، فنتج عن التصاقها بها عند الشخص السليم تكسر خلايا دمه في وقت أقل من عمرها الافتراضي .

#### ● نقص الصفائح الدموية

تتسبب الأجسام المضادة الجائلة في الدم - مثلاً يحدث في مرض فقر الدم الانحلالي - في تكسر صفائح الدم الحمراء ، فتعمل على تطلها ، مما يؤدي إلى أعراض مرضية بسبب نقص تلك الصفائح . وبما أن الأجسام المضادة الجائلة في الدم يمكنها عبور المشيمة فإن الجنين لام مصابة بهذا المرض يولد مصاباً بنقص الصفائح ، ولكن قد تتحسن حالته تدريجياً عند مغادرته مصدر تلك الأجسام (رحم أم) .

#### ● أمراض الغدة الدرقية

تنشأ هذه الأنواع من أمراض المناعة الذاتية إما بسبب تدمير خلايا الغدة الدرقية ، وإما بسبب اعتراض الأجسام المضادة الذاتية الجائلة لمستقبلات هرمون تحفيز الغدة الدرقية (Thyroid Stimulating Hormone - TSH) ، فيعمل إما على تنشيط أو زيادة إفرازها . ومن أشهر أمراض المناعة

الإصابة بمرض الذئبة الحمراء الجهازية في النساء - عند منتصف العمر - إلى عشرة أضعاف معدل الإصابة في الرجال في السن نفسها . وقد اتضح أن لهرمون الاستروجين دوراً أساساً في زيادة الإصابة بالمرض ، حيث إن نسبته تكون عالية في النساء المرضيات ولكنها تنخفض عند الحمل ثم تزداد مرة ثانية بعد الوضع .

#### ● العامل البيئي

تلعب البيئة دوراً ملموساً في أمراض المناعة لما لها من تأثير على المحيط الذي يعيش فيه المريض . فمثلاً أوضحت الدراسات أن أقرباء مريض بالذئبة الحمراء الجهازية عندما يعيشون معه في المنزل نفسه يكونون أكثر عرضة للإصابة بالمرض نفسه بسبب وجود نسبة عالية من أجسام مضادة لا أنوية في أجسامهم مقارنة بأقربائهم الذين يعيشون بعيداً عنهم . كذلك اتضح أن للتغذية دوراً ملموساً في تخفيف حدة الإصابة بمرض التهاب المفاصل الروماتيزمي حيث أشارت الدراسات أن هناك تحسناً في صحة المصابين بهذا المرض عند مداومتهم على تناول أغذية غنية بالأسماك ودهونها التي تتميز باحتوائها على نسبة عالية من الأحماض الدهنية طويلة السلسلة غير المشبعة من نوع (W-3) . ويعتقد أن سكان جرينلاند المتجمدة بالقطب الشمالي لا يصابون بهذا المرض لاعتمادهم على الأسماك والحيتان ودهونها في غذائهم .

إضافة لذلك يعد ضوء الشمس عاملاً سلبياً في زيادة معاناة المصابين بمرض الذئبة الحمراء الجهازية ، بسبب أنها تمثل القتيلة لبداية تقرحات الجلد . كما أنه لا يمكن إهمال دور العوامل البيئية الوظيفية ، فمثلاً أشارت بعض الدراسات إلى تأثير المذيبات العضوية المستخدمة في محلات الفسيل الجاف والمواد البترولية على انتشار مرض قودبشار .

وتعد الإصابة بالميكروبات من العوامل البيئية الهامة التي قد تزيد من وطأة الإصابة بمرض المناعة الذاتية ، فيصبح

### أسباب أمراض المناعة الذاتية

تنشأ أمراض المناعة الذاتية بسبب وجود عدة عوامل ، ومن أهمها ما يلي :-

#### ● العامل الوراثي

لا شك أن العامل الوراثي يلعب دوراً بارزاً في ظاهرة تقشي أمراض المناعة الذاتية ، حيث إنه قد لوحظ وجود أمراض معينة في عوائل معينة دون غيرها ، ومن أمثلة ذلك توجد لدى الإخوان والآباء والأبناء لمرض هاشيموتو نسبة عالية من الأجسام المضادة للغدة الدرقية إذا كان هناك أكثر من شخص مصاب بالمرض في العائلة الواحدة . وهذا ينطبق على أمراض أخرى مثل فقر الدم الخبيث والذئبة الحمراء الجهازية .

وقد يعزو البعض سبب انتشار أمراض المناعة الذاتية في أسرة معينة إلى عامل البيئة المشتركة ، مثل التعرض للميكروبات الموجودة في البيئة ، ولكن لا شك أن العامل الوراثي هو الأهم ، فمثلاً لا يمكن إرجاع سبب إصابة توأمين متطابقين (Identical twins) لنفس مرض المناعة الذاتي لأي سبب آخر غير تشابههما وراثياً ، مما يجعل العامل الوراثي راجحاً في أغلب حالات أمراض المناعة الذاتية .

ومما يؤكد أهمية العامل الوراثي أنه قد أمكن توليد بعض السلالات الحيوانية التي تصاب عقوباً بأمراض المناعة الذاتية ، مما يدل على أن المناعة الذاتية تعمل وفق برمجة وراثية . فمثلاً يتعرض نوع من الدجاج زائد السمعة إلى الإصابة بالتهاب الغدة الدرقية المناعية أكثر من رصيفه عادي السمعة ، كما أن هناك نوعاً من الفئران يعرف بالنيزولندي الأسود أكثر عرضة للإصابة بفقر الدم الانحلالي مقارنة بالأنواع الأخرى من الفئران .

#### ● عامل الجنس

أوضحت كثير من الدراسات أن هناك ثمانية أنواع من أمراض المناعة الذاتية تكثر عند النساء اللائي في منتصف العمر مقارنة بالرجال ، فعلى سبيل المثال يصل معدل

الرقم	المرض	المستضد الذاتي (Autoantigen)	نوع الأذى الناتج (Lesion)
١	فقر الدم الانحلالي (Autoimmune Haemolytic Hnaemia)	خلايا الدم الحمراء	تحلل خلايا الدم الحمراء .
٢	داء نقص الصفائح الدموية البيريوري (Idiopathic Thrombocytopenia Purpura)	الصفائح الدموية	تكسير الصفائح الدموية .
٣	العقم عند الرجال (Male Infertility)	الحيوان المنوي	ارتصاص الحيوانات المنوية وشل حركتها .
٤	فقر الدم الخبيث (Pernicious Anaemia)	العامل الذاتي (Intrinsic Factor)	الارتباط بالعامل الذاتي وشل فعالية في عملية امتصاص فيتامين B <sub>12</sub> .
٥	مرض هاشيموتو (Hashimoto's Disease)	إنزيم بيروكسيداز سطح الخلايا	تدمير خلايا الغدة الدرقية .
٦	المكسديا الأولية (Primary Myxoedema)	مستقبلات (TSH)	منع امتصاصات الغدة الدرقية مما يسبب نقص هرموناتها .
٧	تسمم الغدة الدرقية (Thyrotoxicosis)	مستقبلات (TSH)	زيادة امتصاصات الغدة الدرقية وزيادة إفراز هرموناتها
٨	مرض قودباشر (Goodpasture's Syndrome)	النشاء القاعدي للشعيرات الدموية في الوحدة الكلوية (Glomerular Basement Membrane)	تخريب الغشاء بعد ارتباط المتمم (Co mpliment)
٩	الوهن العضلي الوخيم (Myesthenia Gravis)	مستقبلات الأسيتيل كولين	سد المستقبلات في وجه الأسيتيل كولين ثم تدميرها .
١٠	أكانثوزيز نكريكانز (Acanthosis Nigricans)	مستقبلات الأسيتولين	سد المستقبلات وتدميرها .
١١	الذئبة الحمراء الجهازية (Systemic lupus Erythrematosis - SLE)	الحامض النووي مغرص الأكسجين (DNA)	تكوين معقدات مع الأجسام المضادة .
١٢	التهاب المفاصل الروماتزمي (Rheumatoid Arthritis)	عوامل خارجية مثل الاستربتوكوكوس	استحداثات العملية المناعية وتجميع خلايا المناعة وإنتاج (IgG) الذي يتراكم ويسبب توعية العظام وإتلاف الغضاريف .

● جدول (١) بعض أمراض المناعة الذاتية.

عبور المشيمة فإن المواليد لأمهات مصابات بهذا المرض سيولدون بوهن عضلي طفيف يزول بعد الولادة بسبب انعدام مصدر هذه الأجسام (رحم الأم) .

### ● الذئبة الحمراء الجهازية

ينجم مرض الذئبة الحمراء الجهازية (Systemic Lupus Erythrematosus - SLE) عن تعرض الحامض النووي منقوص الأكسجين (DNA) الموجود بصورة دائبة ضمن مركبات خلايا الجزء المعرض للإصابة بهذا المرض ، وتفاعله مع الأجسام المضادة الذاتية (IgG) وبعض عوامل الجهاز المتمم ، وتكوين معقدات (Complexes) معها تتسبب في تقرح وأذى العضو المصاب .

### ● التهاب المفاصل الروماتزمي

تسبب التهاب المفاصل الروماتزمي (Rheumatoid Arthritis) عوامل خارجية مثل بكتيريا الاستربتوكوكوس التي تعمل كمستضدات تحت الجهاز المناعي على تجميع وتراكم خلايا المناعة (T-CD4) ، وخلايا بلازمية ، وخلايا بلعمية ، وأجسام

حركتها في الوصول إلى المهبل .

### ● التهاب الكلى

يطلق عليه أيضاً مرض قود باشر (Goodpasture's Syndrome) ، وينشأ بسبب تعرض الغشاء القاعدي للشعيرات الدموية بالوحدة الكلوية (Glomerular Basement Membrane) ، إلى كل من الأجسام المضادة الذاتية « ج » (IgG) والعامل الثالث (٣م) من جهاز المتمم والتصاقهما به ، مما ينجم عنه تدميره . وقد تأكد هذا معملياً عند فصل تلك المضادات من كلية مصابة وحقنها في حيوانات سليمة من الفصيلة نفسها ، فتسبب ذلك في انتقال المرض إليها .

### ● الوهن العضلي الوخيم

ينجم هذا المرض نتيجة توجه الأجسام المضادة الذاتية (IgG) إلى مستقبلات الأسيتيل كولين (Acetyl Cholin Receptors) المسؤولة عن نقل الإشارة للأنسجة الموصلة (Conductive Tissues) فتسدها وتعمل على تدميرها مسببة تعطيل حركة العضلات . وبما أن الأجسام (IgG) يمكنها

الذاتية الخاصة بالغدة الدرقية ما يلي :-

● مرض هاشيموتو : وهو مرض يتعرض فيه إنزيم بيروكسيداز سطح الخلايا إلى أجسام مضادة ذاتية تعمل على تدميره ، مما يؤدي إلى أكسدة أغشية خلايا الغدة الدرقية وتدميرها .

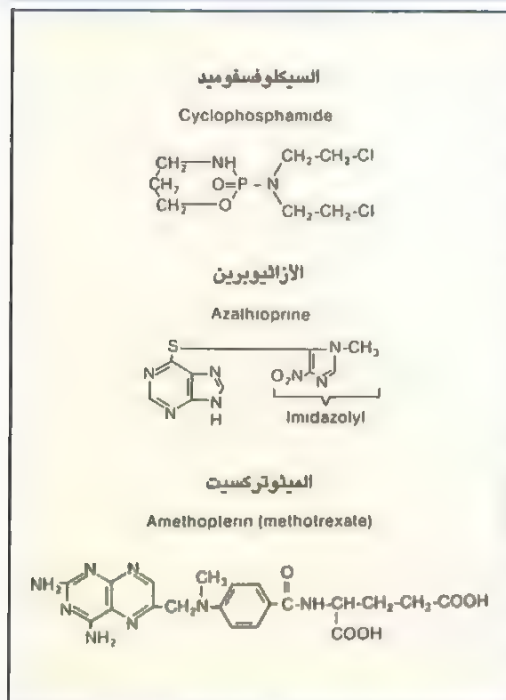
● مرض المكسديما الأولية : وهو مرض ترتبط فيه الأجسام المضادة الذاتية بمستقبلات هرمون تحفيز الغدة الدرقية فتثبط إفراز الهرمون .

● مرض التسمم الدرقي : وهو مرض ينشأ عن حث الأجسام المضادة الذاتية لمستقبلات هرمون تحفيز الغدة الدرقية على إفراز هرموناتها بغزارة فيختل التوازن الهرموني مسبباً مشاكل صحية عديدة .

### ● العقم عند الرجال

ينشأ مرض المناعة الذاتية الخاص بعقم الرجال نتيجة وجود أجسام مضادة ذاتية تتجه إلى سطح الحيوانات المنوية فتتسبب في ترانسها (Agglutination) ، مما يعطل





● شكل (٢) الصيغ الكيميائية لبعض العقاقير المنشطة لجهاز المناعة .

كبيرة للعقاقير المثبطة لالتهابات مثل الستيرويدات (Steroids) وحامض الساليسيك ، كذلك أظهرت العقاقير المثبطة للبروستاغلاندينات (Prostaglandins) فعالية كبيرة في علاج بعض الأمراض المتعلقة بالمناعة الذاتية رغم أن آلية عمل هذه العقاقير ليست معروفة حتى الآن . ومن أمثلة مثبطات البروستاغلاندين البنسلين ومضادات الملاريا كالكلوركوين .

### ● العقاقير المنشطة لجهاز المناعة

ينحصر دور مثل هذا النوع من العقاقير في تنشيط انقسام خلايا المناعة ، ومن أهم تلك العقاقير عقار السيكلوسبورين والازاثيوبرين والسيكلوفسفوميد والميثوتركسيت والستيرويدات ، شكل (٢) .

### ● التحكم في عمليات المناعة

يهدف هذا النوع من العلاج إلى التحكم في العمليات المناعية نفسها وكبحها ذاتياً ، وهو علاج لا يزال في بداية الطريق ، ولكنه يأخذ اتجاهات أكثر أصالة ، يتمثل في تفادي مسببات تلك الأمراض حتى لا تظهر في الأساس .

ينحصر هذا النوع من العلاج في إعطاء المريض ما افتقده بسبب المرض ، فمثلاً يمكن علاج مرض المكسديما بجرعات محسوبة من هرمون الثيروكسين ، أما مرضى السكري من نوع (IDDM) فيمكن إخضاعهم علاجياً للأنسولين ، كما يعالج مرضى فقر الدم الخبيث بـ «فيتامين ب ١٢» (B12) ، بينما يجب أن يخضع مرضى الوهن العضلي الوخيم للعلاج بمضادات إنزيم الكولين أستراز .

### ● العقاقير المضادة للالتهابات

أوضحت الدراسات أن كثيراً من أمراض المناعة الذاتية تستجيب بدرجة

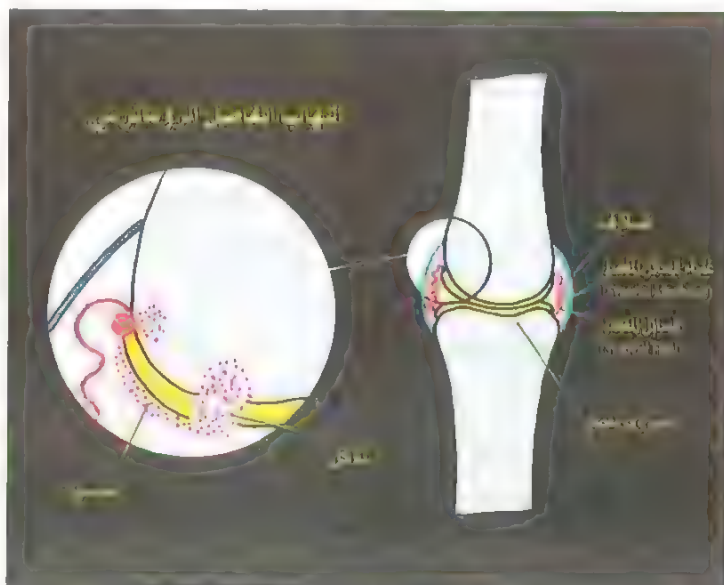
مضادة (IgG) في شكل عقد ليفافية في المفصل المصاب ، فتعمل على تعريضه وتدميره . وتلعب الأجسام المضادة (IgG) دوراً كبيراً في الآلام الموجودة بالمفصل المصاب ، شكل (١) .

### ● فقر الدم الخبيث

ينجم مرض فقر الدم الخبيث (Pernicious Anaemia) نتيجة لعدم كفاءة المعدة في امتصاص فيتامين «ب ١٢» (B12) ، وذلك لارتباط الخلايا المناعية في المعدة المصابة بالعامل الذاتي (Intrinsic Factor) وجعله غير فاعل في عملية الامتصاص المذكورة . ويمكن علاج حالات فقر الدم الخبيث بتقليل ارتباط خلايا المناعة بالعامل الذاتي بأخذ جرعات عالية من الستيرويدات مثل Predni- (sone) لكي تستعيد المعدة المصابة حيويتها ، وتعاود إنتاج العامل الذاتي .

## علاج أمراض المناعة الذاتية

يمكن علاج أمراض المناعة الذاتية بمحاور عدة يتمثل بعضها فيما يلي :-  
● التحكم في العمليات الأيضية



● شكل (١) تعرية والتهاب مفصل الركبة .

إلى آلية إيقاف تكاثر الفيروس (HIV) بواسطة الأجسام البروتينية ، إلا أنهما أشارا إلى أن تلك الأجسام ترتبط بأسطح خلايا « ت ٤ » لتوقف تكاثر الفيروس داخلها .

وبسبب أن التجريبتين المذكورتين كانتا في المختبر فإن التساؤل المطروح أمام العلماء عن مدى نجاحها في جسم الكائن الحي ودور الجهاز المناعي في إيقاف نمو الفيروس .

ويفكر العلماء حالياً في إجراء تجارب على القردة الخضراء الإفريقية لمعرفة إمكان ظهور أعراض شبيهة بأعراض الإيدز في وجود أجسام مضادة تبطل مفعول البروتينات المثبطة لتكاثر الفيروس، كما أنهم يعملون على حيوانات أخرى لمعرفة أثر تلك البروتينات على تكاثر الفيروس فيها .

إضافة لذلك يعمل العلماء على قياس كمية تلك البروتينات في دم الإنسان وعلاقة ذلك بصحة المرضى الحاملين للفيروس .

مما يجدر ذكره أن الأجسام البروتينية المكتشفة جزء من جزيئات السيوكين (Cy-tokines) المرتبطة بجهاز المناعة ، وليس من السهل فصل جزء من هذه الجزيئات دون التأثير على سلسلة من تفاعلات الجهاز المناعي والتي تسفر مثلاً عن زيادة أحد الانتروكينات التي قد يكون لها آثار سلبية على الجسم ربما تؤدي إلى الموت .

يعد فصل تلك البروتينات انجازاً علمياً هاماً وجديراً بالاهتمام ، ولكن يظل الدرب طويلاً حتى يصل الإنسان إلى الآلية التي تعمل بها ، ومدى تأثيرها على وظائف البروتينات الأخرى ، والكمية اللازمة منها لكبح نشاط الفيروس القاتل .

المصدر :

Science News, Vol. 148 Dec. 1995 P. 388.

## بروتينات لإيقاف فيروس الإيدز

بعد بحوث مضمّنة استغرقت حوالي عقد من الزمان تمكن الباحثون من اكتشاف جزيئات طبيعية في الجسم لمقاومة فيروس الإيدز . تتمثل هذه الجزيئات في أجسام بروتينية يفرزها الجهاز المناعي تعمل على منع تكاثر الفيروس في الخلايا المصابة .

باول إيهرخ (Paul Ehrlich) بمدينة لانجن (Langen) الألمانية تمكنت من فصل بروتين صغير عبارة عن إنتروكين -١٦ (Inter Leukin-16) يمكنه جذب خلايا « ت ٤ » وإبطال تكاثر فيروس الإيدز (HIV) فيها .

من جهة أخرى نجحت مجموعة برئاسة روبرت جالو (Robert Gallo) من معهد أبحاث السرطان بمريلاند في تعديل خلايا « ت ٨ » ، بحيث يمكنها التكاثر إلى ما لا نهاية . ومن خلال ذلك نجحوا في فصل ثلاثة بروتينات صغيرة هي : - رانتس (Rantes) وميب ١ - ألفا (Mip 1-α) وميب ١ - بيتا (Mip 1-β) ، وجد أن - إضافة إلى أنها أكثر فعالية في تثبيط تكاثر فيروسات الإيدز (HIV) في الخلايا المستزرعة في المختبر - ليس لها أثر سلبي على الخلايا المصابة بالفيروس .

كذلك نجحت مجموعة كورث في إيقاف تكاثر الفيروس (SIV) الذي يسبب الإيدز للقردة الخضراء الإفريقية باستخدام الانتروكين -١٦ المستخرج من خلاياها ، وقد كان لهذا النوع من الإنتروكين كفاءة أعلا في تصديده للفيروس (SIV) من الإنتروكين الإنساني .

ورغم أن كلا من مجموعتي جالو وبالولايات المتحدة وكورث بألمانيا لم يشارا

بأنهم قد اكتشفوا آلاماً كبيرة - بمشيئة الله - في التخلص من هذا المرض ، كما أنه قد يفسر الأسباب التي تجعل أعداداً كبيرة من حاملي هذا الفيروس يعمرون لسنين عديدة قبل أن تظهر عليهم أعراض المرض .

بدأت البحوث الخاصة بالاكتشاف المذكور عام ١٩٨٦م عندما وجد العالم جي ليفي (Jay A. Levy) ومجموعته بمدرسة سان فرانسيسكو للطب في كاليفورنيا مجموعة من خلايا المناعة « ت ٨ » يمكنها إيقاف تكاثر فيروس نقص المناعة الإنساني (HIV) الموجود بالقرب من خلايا « ت ٤ » التي يهاجمها الفيروس المذكور ويتكاثر على حسابها ، وقد تأكد لمجموعة ليفي أن خلايا « ت ٨ » يمكنها إفراز نوعاً واحداً أو أكثر من جزيئات ذوابة تعمل على إعاقه تكاثر الفيروس (HIV) . وبالتالي فقد تكون السبب في امتداد حياة كثير من حاملي الفيروس من غير المصابين بالمرض .

تكمّن المشكلة حتى ذلك الوقت في أن خلايا « ت ٨ » تفرز كمية قليلة من الجزيئات المسؤولة عن إعاقه الفيروس ، ولهذا السبب يصعب تنقية تلك الجزيئات وفصلها لاستخدامها في علاج المرض . غير أن مجموعة من العلماء الألمان برئاسة رينهارد كورث (Reinhard Kurth) بمعهد





يعد مرض متلازمة نقص المناعة المكتسبة « الإيدز » ( Acquired Immuno Deficiency Syndrome - AIDS ) من الأمراض الحديثة التي تهدد حياة الإنسان في أماكن كثيرة من بلدان العالم النامي والمتقدم ، وذلك بسبب خطورته ، وسرعة انتشاره ، وعدم التوصل إلى دواء ناجح أو لقاح فعال لعلاج أو الحد من الإصابة به ، فضلاً عن تأخر ظهور أعراضه على الأشخاص الحاملين له والذين قد يتسببون في نقل العدوى للآخرين .

تم اكتشاف مرض الإيدز بواسطة الدكتور / جوتليب ( Gottlieb ) في منتصف عام ١٩٨١م في منطقة لوس أنجلوس بالولايات المتحدة الأمريكية ، عندما ظهرت عدة حالات لمرضى يعانون من التهاب رئوي حاد ومرض سرطاني جلدي ، وكانوا جميعاً من الرجال الذين يمارسون الشذوذ الجنسي ومن هنا جاء الارتباط بين مرض الإيدز والملوث .

مليون طفل أصيبوا بالعدوى بهذا الفيروس أثناء الولادة أو بعدها ، كما تشير الإحصائيات كذلك إلى أن السنوات الخمس القادمة ستشهد ظهور ما يقرب من ٢٠ مليون حالة ، ويرجع السبب الرئيس في ذلك إلى التسبب الجنسي ، وإدمان المخدرات ، ونقل الدم الملوث .

سيتناول هذا المقال مرض الإيدز من حيث شكل وتركيب الفيروس المسبب له ، وكيفية تكاثره ، وأعراض المرض ، وطرق انتشاره ، والفحص المخبري ، وطرق العلاج .

### شكل وتركيب الفيروس

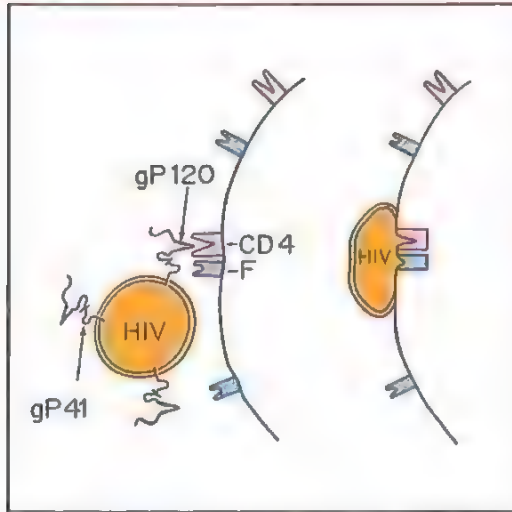
يتميز فيروس الإيدز بأنه كروي الشكل ، ويتراوح طوله ما بين ١٠٠ إلى ١٤٠ نانوميتر ( ١٠<sup>-٩</sup> م ) ، ويتكون من عدة أجزاء ، شكل ( ١ ) ، يمكن توضيحها - من الداخل إلى الخارج - كما يلي :-

المناعة في كل من إفريقيا وأمريكا اللاتينية والشمالية والسبعينيات على التوالي ، ولم يعرف حينئذ السبب الحقيقي وراء ذلك ، إلا أن هذه العينات قد أعطت نتائج إيجابية - عند فحصها حديثاً - تدل على وجود فيروس الإيدز مما يؤكد على أن هذا المرض كان موجوداً في إفريقيا وأمريكا من قبل ، إلا أن اكتشافه الحقيقي كان في عام ١٩٨١م .

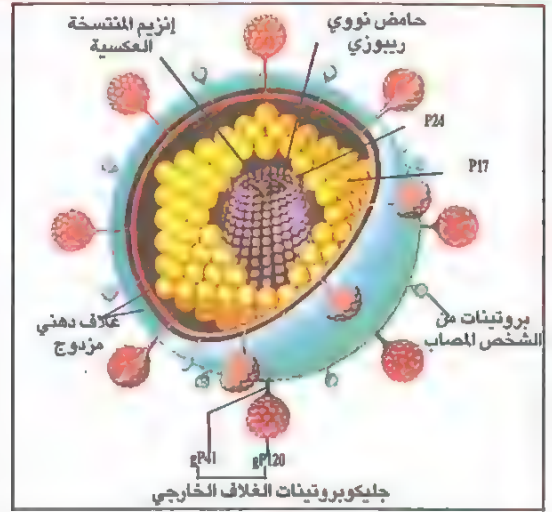
وتشير الإحصائيات أن حالات الإيدز قد بلغت - في عام ١٩٨٥م - حوالي عشرة آلاف حالة في أمريكا الشمالية ، وعدة آلاف أخرى في أجزاء متفرقة من العالم مثل أوروبا وأفريقيا ووسط وجنوب أمريكا وإستراليا ، فضلاً عن ذلك أصبح مرض الإيدز - في الوقت الحاضر - منتشرًا في كثير من بلدان العالم ، حيث تشير آخر الإحصائيات إلى ظهوره في ١٦٨ دولة ، وتؤكد الأرقام أن ما بين ١٠ إلى ١٢ مليون شخص يحملون فيروس الإيدز ، بالإضافة إلى أن أكثر من

ومنذ ذلك الوقت بدأت البحوث والدراسات لمعرفة سر هذا المرض المخيف القاتل الذي ينخر في جسم المصاب ويقضي عليه ، حتى كملت جهود العالم الفرنسي لوك مونتانيني - بالمشاركة مع فريقه البحثي - عام ١٩٨٢م ، من اكتشاف الميكروب المسبب له والذي يتمثل في فيروس أطلق عليه اسم « فيروس نقص المناعة الإنساني » ( Human Immunodeficiency Virus - HIV ) ، وهو يتبع لعائلة الفيروسات المرتدة ( Retrovirus ) التي تحتوي - بالإضافة إليه - على كثير من الفيروسات التي تصيب أنواعاً مختلفة من الحيوانات ، وتسبب لها أمراضاً مثل مرض الإيدز ، إلا أن هذه الفيروسات لم يعرف عنها أنها - حتى الآن - تصيب الإنسان .

شجعت النتائج التي توصل إليها العالم الفرنسي مونتانيني قيام بعض الباحثين بفحص عينات من أمصال مخزنة ( Stored Sera ) لمرضى كانت قد ظهرت عليهم أعراض نقص



● شكل (٢) آلية دخول فيروس الإيدز إلى الخلايا الليمفاوية .



● شكل (١) شكل وتركيب فيروس الإيدز .

وحثها على تكوين إنزيمات جديدة تساعد على إنتاج كميات كبيرة من الحامض النووي والبروتينات والمكونات الأخرى اللازمة لتكاثر الفيروس داخل الخلية .

٢ - إنتاج أعداد كبيرة من فيروسات جديدة من النوع نفسه تتجمع وتنتقل عبر ثقوب تحدثها في الغشاء الخلوي ، ومن ثم تقضي على الخلية الحية وتهلكها .

ومن الجدير بالذكر أن الفيروس يحتوى على عدة مورثات يقوم كل منها بأعمال مختلفة عن الآخر وذلك كما يلي :- ● مورثات ( GAG , POL , ENV ) ، وتعمل

وبالتالي تثبيط وضعف المناعة المكتسبة الخلوية والخلطية عند بعض الأشخاص ، وإصابتهم بالعديد من الأمراض الإنتهازية ، وبعض أنواع السرطانات .

تتم عملية تكاثر فيروس الإيدز - من دخوله إلى داخل خلايا « ت ٤ » أو الخلايا البلعمية الكبيرة - من خلال عدة خطوات ، شكل (٣) ، هي :-

١ - ارتداد الحامض النووي الريبوزي ( RNA ) إلى حامض نووي ريبوزي منقوص الأكسجين ( DNA ) بواسطة تأثير إنزيم المنتسخة العكسية ( RT ) .

٢ - دخول الحامض النووي ( DNA ) إلى داخل نواة الخلية ، ويحدث في هذه الحالة أحد أمرين ، إما أن يبقى الفيروس كامناً داخل الخلية لسنتين عديدة دون أن يسبب أية أعراض مرضية وتبقى الخلية حينئذ مصابة أو مضموجة ( Infected ) بالفيروس ، شكل (٤) ، وإما أن يبدأ الفيروس في التكاثر عن طريق تغيير النظام الطبيعي الأيضي لهذه الخلية

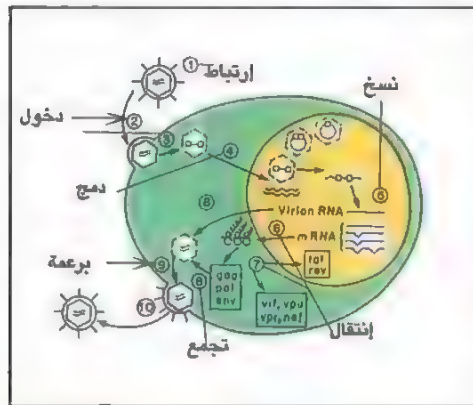
١ - حامض نووي ريبوزي ( RNA ) يحتوى على المورثات المسؤولة عن تكاثر الفيروس ، وعلى إنزيم المنتسخة العكسية ( Reverse Transcriptase - RT ) .

٢ - هيكل بروتيني مكون من طبقتين ( P17 & P24 ) - يسمى الكابسيد ( Capsid ) يستخدم لحماية الحامض النووي ضد المؤثرات الخارجية مثل تأثير بعض الإنزيمات ، وللمحافظة على الشفرات الوراثية التي يحملها الحامض .

٣ - غلاف دهني مزدوج ( Lipid bilayer ) . غلاف خارجي للفيروس يحتوى على جزيئات صغيرة من جليكوبروتينات ( Glycoproteins ) فيروسية الأصل منها جليكوبروتين ( Gp 120 ) الذي يعمل على التصاق الفيروس بأجزاء معينة ( CD4 ) من الخلايا التي يهاجمها ، وجليكوبروتين ( Gp41 ) الخاص بإدخال الفيروس إلى داخل الخلايا ، شكل (٢) ، حيث يبدأ في التكاثر وحدوث العدوى .

### تكاثر الفيروس

تتم خطورة فيروس الإيدز - عند تكاثره - في إصابة وقتل الخلايا المساعدة « ت ٤ » ، مما يؤدي إلى قلة عددها وعدم التوازن بينها وبين الخلايا الكابحة « ت ٨ »



● شكل (٣) عدوى وتكاثر فيروس الإيدز .



- نقص في الوزن يصل أحياناً إلى ١٠٪ من وزن الجسم .
- تعرق ليلي غزير لعدة أسابيع .
- ضيق في التنفس وسعال .
- ظهور بقع حمراء على جلد المريض وكذلك في الفم والجفون .
- تسمى الأمراض السابقة الذكر بأعراض ما قبل الإيدز ويتبعها نقص شديد في مناعة الجسم وظهور أمراض الإيدز الرئيسية التي تشمل العدوى بالجراثيم أو الأمراض الانتهازية ( Opportunistic Infections ) وتؤدي إلى التهاب الرئة والدماغ والأمراض الخبيثة مثل ورم كبوسي ( Kaposi Sarcoma ) ونقص شديد في الوزن. وتعد الإصابة بهذه الأمراض السبب المباشر في القضاء على المريض .



● شكل (٤) خلية ليفاوية مخموجة بفيروس الإيدز .

### طرق انتشار المرض

- هناك عدة طرق، شكل (٥)، لانتشار فيروس الإيدز من مكان لآخر منها ما يلي :-
- نقل الدم الملوث ومشتقاته .
- الاتصال الجنسي السوي والشاذ بين المصابين .
- تعاطي المخدرات عن طريق الحقن بالإبر الملوثة .
- من الأم الحاملة للفيروس إلى طفلها أثناء الولادة أو عن طريق حليب الثدي .
- العمل في الحقل الطبي عند الوخز بالإبر الملوثة بالفيروس .

- لعدة سنوات - لا تظهر فيها أي أعراض للمرض - يتمكن خلالها الفيروس من الفتك بالجهاز المناعي للجسم ببطء شديد . وتشير الدراسات إلى أن حوالي ٥٠٪ من المرضى تظهر عليهم الأعراض المرضية في خلال عشر سنوات من بداية العدوى . وتأتي هذه الأعراض على عدة أشكال منها :-
- تضخم الغدد الليمفاوية في عدة أماكن من الجسم مثل العنق والإبط وثنية الفخذ .
- ارتفاع درجة الحرارة .
- إعياء عام مستمر .
- إسهال لعدة أسابيع .

على تكاثر الفيروس .

- مورثات تنشيط ( Transactivation ) ، وتسبب زيادة المرض وتطوره وحدوث العدوى .
- مورثات ( NEF ) ، وتقلل من شدة العدوى عن طريق إبطاء تكاثر الفيروس .
- مورثات منظمة ( Regulatory ) ، و تتحكم في مرحلة كمون الفيروس .

### أنواع الفيروس

هناك نوعان من الفيروسات المسببة لمرض الإيدز ، هما :

#### ● فيروس ( HIV-1 )

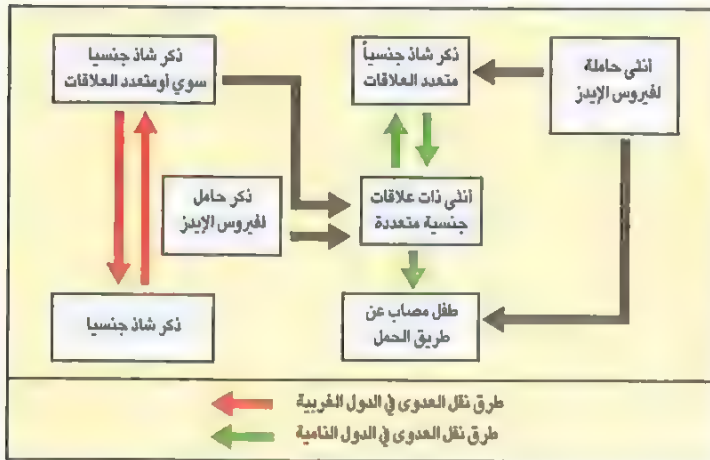
تم اكتشاف فيروس ( HIV-1 ) في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٨١ م ، ويعتد هذا النوع السبب الرئيس لمرض الإيدز في معظم أنحاء العالم .

#### ● فيروس ( HIV-2 )

تم اكتشاف فيروس ( HIV-2 ) في دول غرب إفريقيا عام ١٩٨٦ م ويشبه في تركيبه تركيب الفيروس الذي يصيب القردة ( SIV ) ، ويسبب لهم مرض الإيدز ، ويعتد هذا النوع أقل وطأة وتأثيراً من النوع الأول .

### أعراض الإيدز

بعد حدوث العدوى المبدئية بالإيدز ، يدخل معظم المرضى في مرحلة قد تستمر



● شكل (٥) طرق إنتقال فيروس الإيدز .

عليهما عند التفكير في إنتاج لقاح (طعم) فعال ضد فيروس الإيدز ، أولهما تحديد الاستجابة المناعية النافعة وتجنب الضارة منها ، وثانيهما معرفة ما إذا كان هذا اللقاح يستخدم في الوقاية من الإصابة بالعدوى أم لمنع ظهورها على ملايين المصابين بالعدوى الكامنة (Latent Infection) ، والذي قد يصل عددهم إلى ٤٠ مليون مصاب بحلول عام ٢٠٠٠ م .

والحصول على لقاح فعال ومقبول الاستعمال ضد فيروس الإيدز لابد أن تتوفر فيه عدة شروط معينة منها :

١- تنشيط الجهاز المناعي لإنتاج كل من الأجسام المضادة (Antibodies) ، والأجسام المناعية الأخرى (HIV - Specific Cytotoxic T - Lymphocytes) التي تعمل على تثبيط الفيروس ، ومنعه من مهاجمة خلايا المناعة (خلايا « ت » والخلايا البلعمية الكبيرة) .

٢- إنتاج مناعة في الأغشية المخاطية المعرضة للإصابة بالفيروس .

٣- تقييم المناعة المنتجة ضد الفيروسات داخل الخلية وخارجها .

٤- واسع الانتشار لمساعد على تثبيط الأشكال المختلفة للفيروس .

يمكن تقسيم اللقاحات التي تم التوصل إليها لتنشيط الجهاز المناعي بالجسم وحثه على إنتاج الأجسام المناعية المقاومة والمنشطة لفيروس الإيدز إلى نوعين من اللقاحات هما :

\* لقاحات تقليدية : ( Traditional ) : وتقسم إلى نوعين هما :

( أ ) لقاح حي موهن ، إلا أن من عيوبه أنه قد يمر بطفرة ( Mutation ) ويصبح لقاحاً معدياً .

( ب ) لقاح غير نشط به مواد مساعدة ، ويعطي مناعة لفترة قصيرة ، إلا أنه لا يساعد على تكوين بعض الأجسام المناعية الخاصة التي قد تمنع الانتشار المبكر للفيروس داخل الجسم .

\* لقاحات جديدة ( Novel ) : وهي ناتجة عن استخدام علم الأحياء الجزيئي ( Molecular Biology ) لتصنيع بروتين الفيروس بوساطة طرق جديدة ومطورة منها :

( أ ) اتحاد المورثات ( Recombinant ) : وهو اتحاد مورثات فيروس الإيدز مع

الفيروس أهمها الأجسام المضادة للغلاف ( Anti - envelope ) ، والأجسام المضادة للب ( Anti - core ) ، مع عدم ظهور علامات مرضية .

٥ - ظهور البروتين ( Ag ) في الدم مرة ثانية لفترة طويلة ، مع استمرار وجود الأجسام المضادة ( Anti - env ) ، واختفاء الأجسام المضادة الأخرى ( Anti - core ) ، وظهور العلامات المرضية على الشخص المصاب وتدهور حالته الصحية بشكل خطير . ويمكن الإستدلال على إصابة شخص ما

بعدوى الإيدز من خلال الكشف عن وجود الأجسام المضادة « م » و « ج » ( IgM & IgG ) ، والأجزاء البروتينية ( Ag ) المتكونة في دمه وذلك عن طريق إجراء مجموعة اختبارات مخبرية مثل اختبار مناعي إنزيمي ( Enzyme Immuno Assay - EIA ) ، واختبار مناعي مشع ( Radio Immuno Assay - RIA ) ، واختبار مناعي متالق ( Immuno Fluorescence - IF ) وعلى الرغم من أن اختبار ( EIA ) يعد الأكثر استعمالاً ، إلا أنه قد يعطي إيجابيات كاذبة ، ولذا يجب التأكد منه بإجراء اختبار آخر يسمى اختبار التيقن ( Confirmatory ) أو اللطخة الغربية ( Western Blot ) .

## العلاج

يقوم العلماء في الوقت الحاضر بإجراء المزيد من البحوث العلمية المستمرة والمكثفة لعلاج مرض الإيدز أو الحد من انتشاره وذلك من خلال ثلاث وسائل هي :

### ● التطعيم

على الرغم من أن الجهاز المناعي عند المصابين بفيروس الإيدز يعمل بكفاءة كبيرة ، وينتج أجساماً مضادة مختلفة لمكونات الفيروس ، إلا أن مهارة الفيروس في الاختفاء والكمون داخل الخلايا المناعية ( T - Lymphocyte ) تجعل جهاز المناعة عاجزاً عن التخلص من هذا الفيروس الخطير الذي يستمر في سراوغة الجهاز المناعي حتى يتمكن من الفتك به ببطء ، ولذا تركز كثير من الدراسات والأبحاث لمعرفة التفاصيل الدقيقة للعلاقة بين الفيروس والجهاز المناعي لاكتشاف العوامل الرئيسة التي تعمل على استدراج الفيروس وقتله . هناك عاملان أساسان يجب التركيز

● القبلية بالفهم بين شخص مصاب وآخر سليم ، وقد تسببت عدوى القبلات في عدة إصابات حادة وسريعة في المنيا ، والقلي بالولم في ذلك على بعض سياح المتعة . ومن الجدير بالذكر أن طرق انتقال فيروس الإيدز ( HIV ) تشبه إلى حد كبير طرق انتقال فيروس التهاب الكبد الوبائي من النوع « ب » ( HBV ) ، إلا أن فيروس الإيدز ينتقل بشكل أقل فاعلية ، بمعنى أن الجرعة اللازمة منه لإحداث المرض أعلى بكثير ، مقارنة بجرعة ( HBV ) .

## الفحص المخبري

تشير الدراسات العلمية إلى أن حوالي ٥٠% من عدوى الإيدز غير مرئية ، أو قد تظهر بعد فترة حضانة للفيروس تتراوح بين ٢ إلى ٣ أسابيع مع ظهور بعض الأعراض الخفيفة مثل ارتفاع درجة الحرارة ، أو التهاب الغدد الليمفاوية ، أو بعض الطفوح الجلدية . كما تشير الدراسات كذلك إلى أن حالات الإيدز تظهر فقط في حوالي ٥% - ١٥% من المصابين بالعدوى ، وتظهر الأجسام المضادة في حوالي ٩٠% من المرضى بعد فترة تتراوح ، بين ٢ إلى ٤٠ أسبوعاً ، وغالباً في خلال ٣ شهور - من بداية العدوى ، إلا أن هذه الأجسام لا توقف عمل الفيروس ولا تعطي مناعة للجسم .

يمر الشخص المصاب بفيروس الإيدز بخمس مراحل تبدأ من بداية العدوى حتى ظهور العلامات المرضية عليه . ويمكن توضيح هذه المراحل على النحو التالي :-

١ - فترة حضانة ( Incubation ) ، وتمتد من ٢ إلى ٤٠ أسبوعاً ، وقد يكون فيها المريض معدياً للأخريين .

٢ - عدوى مبكرة ( Early Stage ) ، وتتميز بظهور كل من الأجسام المضادة المبكرة ( IgM ) ، وبروتين الفيروس ( Ag ) في دم المصاب .

٣ - اختفاء البروتين ( Ag ) ، وظهور الأجسام المضادة المبكرة ( IgM ) والمتأخرة ( IgG ) ، مع عدم ظهور أي أعراض مرضية على المصاب .

٤ - اختفاء البروتين ( Ag ) من الدم ، مع استمرار وجود الأجسام المضادة المتأخرة ( IgG ) فقط لأنواع بروتينية مختلفة من



**علاج مرضى الإيدز المزمنين ( الحالات المرضية المتقدمة )** ، كما يستخدم في علاج الأشخاص الأصحاء من حاملي الفيروس .

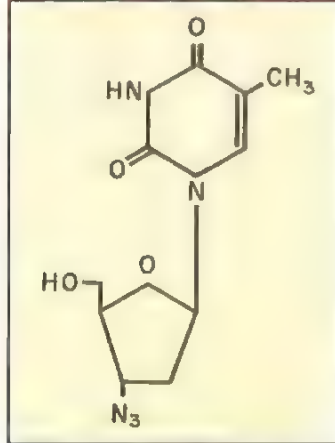
**(ب) اندينافير** : وقد دلت الدراسات الأولية على قدرته في القضاء على فيروس الإيدز في ٤٠٪ من المرضى .

**(ج) ساكوي نافير** : وتمت الموافقة على استعماله في ديسمبر ١٩٩٥ م ، إلا أن تكلفته غالية وتقدر بحوالي ٥٨٠٠ دولار أمريكي / السنة ، مما أدى إلى صعوبة استعماله . ويوصى الأطباء بأن إعطاء أكثر من عقار مثل إعطاء أحد مركبات ( ريتونافير ، اندينافير ، ساكوي نافير ) مع مركب ( AZT ) يعطي نتيجة أفضل في علاج مرضى الإيدز

### اليوم العالمي للإيدز

يرجع تاريخ إحياء اليوم العالمي للإيدز إلى عام ١٩٨٨ م عندما قرر مؤتمر دولي لوزراء الصحة في العالم الدعوة إلى نشر روح التسامح الاجتماعي وزيادة تبادل المعلومات حول عدوى الفيروس ومرضى الإيدز ، ومنذ ذلك الوقت يجري إحياء اليوم الأول من ديسمبر من كل عام كيوم للعمل الهادف إلى زيادة وعي الجماهير بالإيدز وإخطاره بمكافحته .

ونحمد الله سبحانه وتعالى على أن هدانا للدين الإسلامي الحنيف الذي يحرم الزنا ويسد الطرق المؤدية إليه ، ويدعونا إلى التمسك بالأخلاق الحميدة والابتعاد عن الرذيلة ، قال تعالى : ﴿ ولا تقربوا الزنا إنه فاحشة وساء سبيلاً ﴾ ، الإسراء - ٣٢ ، كما منحنا الإسلام حاجزاً لحماية الفرد والمجتمع من الانخراط في الحرية غير المحدودة ، وبين لنا أن الأمم بأخلاقها الفاضلة ، وبأدابها العالية ، ونظافتها من الرجس ، وبطهارتها من التدنى والتسفل ، ودعانا كذلك إلى الزواج ورغب فيه لأنه أسلم طريقة لتصرف الغريزة ، ولغرس عواطف الحب والود والرحمة والنزاهة والشرف بين العائلة . وبالإضافة لذلك فقد نهانا الإسلام عن شرب الخمر وتعاطي المخدرات التي تهلك المجتمع وتذهب بعقله ، قال تعالى : ﴿ يا أيها الذين آمنوا إنما الخمر والميسر والأنصاب والأزلام رجس من عمل الشيطان فاجتنبوه لعلكم تفلحون ﴾ ، المائدة - ٩٠ . وقال تعالى : ﴿ ولا تلقوا بأيديكم إلى التهلكة ﴾ ، البقرة - ١٩٥ .



● شكل (٦) الصيغة البنائية لدواء AZT .

تكوين الحامض النووي ( DNA ) الذي يساعد على تكاثر الفيروس وانتشاره بأعداد هائلة ، وعلى الرغم من أن تأثير هذه الأدوية فعال على الفيروس خارج جسم الإنسان إلا أن معظمها ذو تأثيرات جانبية على الخلية نفسها ( In vivo ) ، ولا تزال تخضع لدراسات مكثفة لمعرفة مفعولها وتأثيرها ، ولذا لم يرخس باستعمالها .

٢ - دواء ( Azido Thymidine - AZT ) ، ويعرف تجارياً باسم ( Retrovir ) ، يعد الدواء الوحيد - في الوقت الحاضر - المرخص له بالاستعمال ، حيث أنه يؤدي عند استخدامه إلى تخفيف الأعراض المرضية ، وخفض معدل الوفيات ، والمحافظة على مستوى مناعة الجسم ، وتأخير ظهور المرض ، وتثبيط تضاعف الفيروس من خلال توقف تكوين المادة الوراثية ( DNA ) للفيروس دون أن يقتله .

٣ - مركبات ( ريتونافير ، اندينافير ، ساكوي نافير ) وتتبع مجموعة عقاقير تسمى مثبطات انزيمات بروتينية ( Protease Inhibitors ) تعمل ضد فيروس الإيدز من خلال تخفيف الحالات المرضية الحادة ، وتخفيض معدل حالات الوفاة إلى ٤٠٪ ، وتنشيط الجهاز المناعي ، ونقص كمية الفيروس بنسبة تصل إلى حوالي ٩٠٪ . ويمكن توضيح المركبات الثلاثة على النحو التالي :

**(أ) ريتونافير** : وهو مركب قوى المفعول ، وأجيز استعماله من قبل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية ( FDA ) ، ويستخدم في

مورثات جراثيم أخرى لها القابلية على التكاثر بشكل كبير ، فتنتج كمية كبيرة من مستضدات ( Antigens ) فيروس الإيدز ، إلا أن من مساوئ هذه الطريقة أنها تعطي مناعة لفترة قصيرة لا تسمح بتكون بعض الأجسام المناعية الخاصة ، فضلاً عن قلة كمية الفيروس المولده .

**(ب) لقاحات مصنعة من بروتينات الفيروس في وجود عامل مساعد ( Adjuvant )** : ويعاب عليها قلة انتاجها من المضادات المولدة للمناعة ضد الفيروس .

**(ج) خليط من لقاحين** : ويتكون باتحاد كل من بروتينات فيروس الإيدز المطورة باتحاد المورثات ، واتحاد المورثات لفيروس الإيدز مع فيروس آخر ، ويعاب على هذا النوع من اللقاح أنه لا يعطي حماية مستمرة ضد الفيروس وذلك حسب التجارب التي أجريت على الحيوانات .

**(د) لقاحات تحتوي على مورثات الفيروس** : وتُعطى على شكل إبر في العضل ، ولا توجد حتى الآن دراسات كثيرة على هذا النوع من اللقاحات .

**(هـ) لقاح لزيادة مدة المناعة في أشخاص مصابين بالفيروس** : إلا أنه لا توجد أي دلالات على فعالية هذا النوع من اللقاحات حتى الآن .

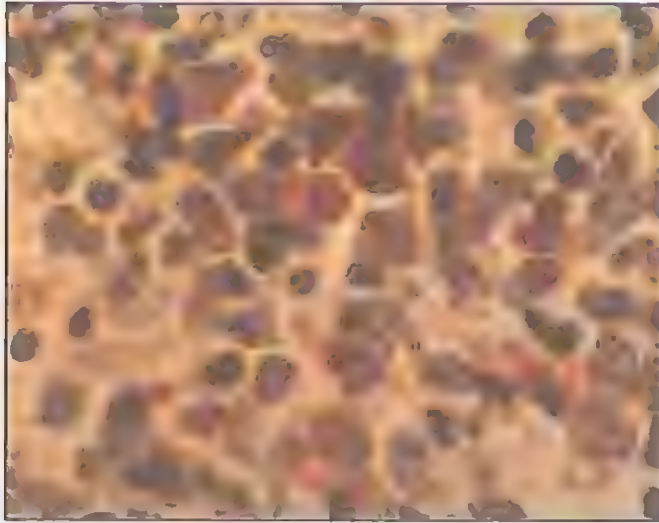
### ● العلاج بالمضادات الطبيعية

يُظهر بعض المصابين بفيروس الإيدز مقاومة كبيرة في مواجهة هذا المرض ، وذلك بسبب وجود المضادات الطبيعية التي يطلقها جهاز المناعة لديهم . وتوجد عدة تجارب لاستعمال المضادات الطبيعية لمقاومة الفيروس في عدة حالات منها المرضى الحاملون للفيروس لسنوات طويلة ولم يتلف جهازهم المناعي ، أو مرضى ظهرت عليهم أعراض مرض الإيدز ولم تتدهور حالتهم الصحية .

### ● العلاج بالأدوية

يهدف العلاج بالأدوية إلى منع حدوث العدوى بفيروس الإيدز أو علاجها بأدوية خاصة عند حدوثها ، وتشير الدراسات والبحوث العلمية إلى اكتشاف عدة أنواع من الأدوية يمكن استخدامها لعلاج مرضى الإيدز أهمها :-

١ - أدوية ( ddC , ddA , ddI , Foscarnet ) وتعمل ضد فيروس الإيدز عن طريق توقف



ينشأ الورم السرطاني نتيجة لتحولات في الخلية الحية تؤدي إلى انقسامها وتكاثرها بشكل غير طبيعي ... وتشمل هذه التحولات بعض التغيرات على سطح الخلية مما يجعلها مختلفة عن الخلية الأولى . يعتمد حدوث أي نشاط مناعي ضد الأورام السرطانية على ظهور مستضدات على سطح النسيج الورمي لا توجد على سطح النسيج المماثل الطبيعي ، وقد انعكست الدلالات الأولى على مثل هذا النشاط في تجارب غروس (Gross) عام ١٩١٣م حين استخدم الفئران داخلية التوالد (Inbred mice) ، حيث أثبتت تلك التجارب بأن

الأورام المستحثة بواسطة عناصر كيميائية تُرفض مناعياً إذا ما زُرعت في نفس الفئران مرة أخرى ، ولا يتم نمو الورم مما يدل على مناعة الفئران ضد هذه الأورام .

(Unmasked) لتكتسب نشاط وظيفي لم يكن موجوداً في الخلايا العادية . مما يتسبب في ظهور وتطور الأورام السرطانية .

ويمكن تقسيم المستضدات الورمية إلى ثلاثة أصناف وذلك كما يلي :-

## ● مستضدات جنينية

المستضدات الجنينية (Oncofetal or Carcinoembryonic Antigens - CEA) عبارة عن تركيبات كيميائية توجد على سطح الخلايا في مراحل التطور الجنيني ، وهي غير ذات أثر في تلك الفترة من عمر الجنين بسبب عدم تاهيل الجهاز المناعي في الجنين لمباشرة وظائفه . وعندما يخرج الجنين وينمو فإن هذه المركبات في الغالب الأم تأخذ في الاختفاء من سطح الخلايا

تهدف دراسة مناعة الأورام إلى معرفة العلاقة المناعية بين الورم والعائل ، واستخدام هذه المعرفة لأغراض الوقاية والتشخيص والعلاج . ويستوجب في هذا الخصوص التعرف على :-

١- نوعية المستضدات الورمية والكشف عنها .

٢- الألية المناعية ضد الورم .

٣- دور الاستجابة المناعية في العلاقة بين الورم وعائلته .

٤- إمكانية إنتاج أجسام مضادة وجيدة المنشأ ضد المستضدات الورمية بقصد التشخيص والعلاج .

## المستضدات الورمية

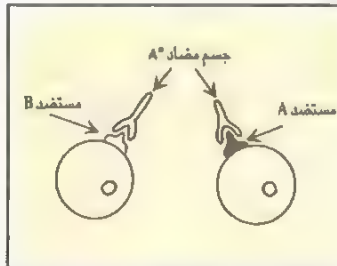
المستضدات الورمية (Tumor Antigens) هي مستضدات مستحثة على سطح الخلايا السرطانية . ولكنها لا توجد على نظيراتها من الخلايا العادية . تختلف المستضدات الورمية عن مستضدات الخلايا السوية (العادية) في أن مستضدات الخلايا السوية عبارة عن مركبات كيميائية مستقرة (Masked) ليس لها نشاط وظيفي ، أما في حالة المستضدات الورمية فإن تلك المركبات تفقد خاصية الاستقرار وتصبح مكشوفة

الكلية ، ولكنها في حالات نادرة قد تظهر كمستضدات ورمية على سطح الخلايا ، مما يجعل الجهاز المناعي يتفاعل معها كجسام غريبة .

## ● مستضدات فيروسية

يمكن لبعض الفيروسات أن تتفاعل مع الجسم لإنتاج مركبات ذات نشاط سرطاني وظهور مستضدات ورمية (Oncogenes) . وتتميز المستضدات المستحثة بواسطة الفيروسات في أن ردة الفعل المناعي لها لا تختلف من ورم لآخر ، وهذا يعني أنها - في أنواع مختلفة من الأورام - تحدث نفس الاستجابة المناعية . ويطلق على هذه الخاصية من الاستجابة المناعية رد الفعل التصالبي المناعي (Immunological cross-reactivity) ، ويحدث رد الفعل التصالبي المناعي إذا وُجد قدر كاف من التماثل الجزئي بين مناطق التعرف على المستضدات (Epitope) والجسم المضاد . ويوضح الشكل (١) أن الجسم المضاد (A\*) - إضافة إلى تفاعله مع المستضد (A) - يمكنه أن يتفاعل تفاعلاً متصالباً مع المستضد (B) بسبب أنه مماثل لبعض الشيء للمستضد (A) .

بعد رد الفعل التصالبي المناعي ذو أهمية عظيمة في تطوير لقاحات واقية ضد الأورام المستحثة بواسطة الفيروسات ، إذ يمكن تحريض جهاز المناعة بالتلقيح بنفس العامل المسبب ، أو بمنع الخلايا الورمية نفسها ، خاصة إذا نقلت المناعة المستثارة من حيوان منيع إلى حيوان غير منيع .



● شكل (١) رد الفعل التصالبي المناعي بسبب التماثل الجزئي بين المستضد (A) والمستضد (B).



فتصبح خلايا منشطة بالليمفوكين (Lymphocyte-activated Killer cells LAK).

ومما يجدر ذكره أن الخلايا القاتلة الطبيعية تختلف عن كل من خلايا «ب» وخلايا «ت» والخلايا البلعمية. كما أن تنشيطها بالليمفوكينات يكسبها القدرة على قتل الخلايا الورمية التي تعجز عن قتلها الخلايا القاتلة الطبيعية. إضافة لذلك فإن الخلايا المنشطة بالليمفوكينات لا تعتمد في استجابتها المناعية على معقد التوافق النسيجي (MHC) مما يكسبها أهمية في المداواة المناعية كما سيرد لاحقاً.

### ● دور المناعة الخلوية

يتلخص دور المناعة الخلوية في مقاومة الأورام فيما يلي :-

- تحطيم الخلايا الورمية بواسطة الخلايا القاتلة الطبيعية (Natural Killer Cells - NK) التي يتم تنشيطها وزيادة سميتها بواسطة خلايا «ت» من خلال ما تفرزه من ليمفوكينات. ويتم ذلك، شكل (٣)، من خلال الخطوات التالية :-

١- تفقد الخلية الورمية أحد مستضداتها فيتم التهامه بواسطة الخلية العارضة للمستضد (Antigen Presenting Cell - APC).

٢- يتم التحام المستضد مع إحدى جزئيات معقد التوافق النسيجي الأعظم (MHC) ومن ثم تتعرف عليه خلية «ت» من خلال مستقبل.

٣- يتم تنشيط الخلية «ت» بالفاعل المذكور سابقاً فتعمل على إفراز ليمفوكينات خاصة بتنشيط الخلايا القاتلة الطبيعية

### ● مستضدات كيميائية

يمكن لبعض المواد الكيميائية مثل مركبات النيتروز والاسبستوس أن تعمل على حث الخلايا لإنتاج مستضدات ورمية. وعلى عكس المستضدات المستحثة بواسطة الفيروسات لا تبدي المستضدات المستحثة بالمواد الكيميائية رد فعل تصالبي مناعي، وذلك بسبب أن السرطانات الكيميائية تختلف باختلاف النسيج الذي ينشأ فيه الورم، أي أن عملية الاستثارة بنفس السرطن في مواضع مختلفة من الحيوان ينتج عنها أنواع مختلفة من المستضدات المستحثة. كما أن الأورام (المستضدات) المستحثة بسرطن كيميائي واحد في أنواع مختلفة من الحيوانات تكون لها مستضدات مختلفة أيضاً. أي أنه لا يوجد تفاعل متصالب. ويوضح الشكل (١٢) و (١٣) الاختلاف بين المستضدات المستحثة بواسطة المواد الكيميائية والفيروسات، ومما يجدر ذكره أن المستضدات الكيميائية لا يمكن الوقاية منها عن طريق اللقاحات - كما في حالة المستضدات الفيروسية - بسبب تعدد المستضدات الورمية، سواء كان لأنسجة الحيوان المختلفة أو للعديد من الحيوانات.

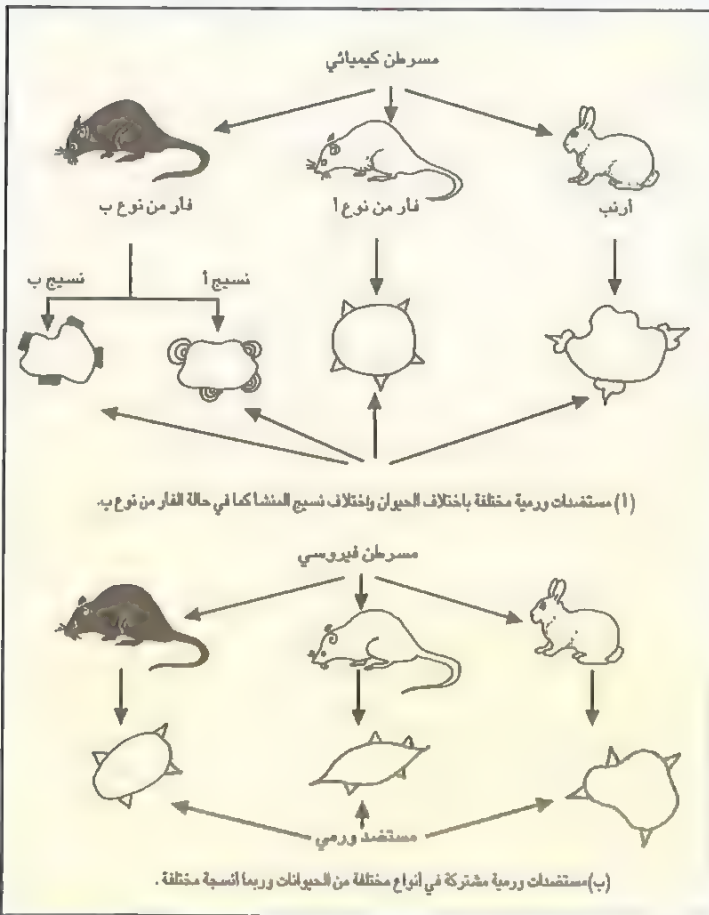
### الآلية المناعية ضد الأورام

يعمل جهاز المناعة على تبيد الأورام من خلال توظيفه لكل من أجهزة المناعة الخلوية (Cellular Immunity) والمناعة الخلطية (Humoral Immunity) ويتلخص دور هذين الجهازين في مقاومة الأورام فيما يلي :-

### ● دور المناعة الخلوية

يتلخص الدور الذي تلعبه المناعة الخلوية في مقاومة الأورام فيما يلي :-

- تحطيم الخلايا الورمية بواسطة خلايا «ت» الليمفاوية السامة (Cytotoxic T Lym- phocytes - CTL) وذلك من خلال الاستعانة بجهاز معقد التوافق النسيجي الأعظم (Major Histocompatibility Complex System - MHC) وقد تلاحظ هذا الدور في خلايا خارج الكائن الحي (Invitro) وحيوانات التجارب حيث ثبت فعالية خلايا «ت» المذكورة في تحطيم خلايا الأورام الجائلة المتحركة والأورام الصلبة (Solid Tumors).



● شكل (٢) المستضدات الورمية المستحثة بواسطة الفيروسات والكيميائيات.

٢- ارتباط الأجسام المضادة بمستضدات ورمية جائلة (Humoral) ، مما يمنع ارتباط هذه الأجسام بالمستضدات التي لا تزال باقية على سطح النسيج الورمي حيث تكون ذات فعالية .

٤- احتمال إفراز الأورام لعناصر مثبطة للوظائف المناعية .

٥- وجود خلايا « ت » كابطة خاصة بالورم تعرف بـ ( Tumor-specific suppressor T lymphocytes ) .

### التشخيص المناعي

يخدم التشخيص المناعي غرضين منفصلين هما :

١- الكشف عن المستضدات الورمية

٢- تقييم الاستجابة المناعية لدى المريض

يتم اكتشاف معظم المستضدات الورمية بواسطة اختبارات المناعة الخلوية ، كما قد توجد حالات نادرة يتم الكشف عنها بواسطة اختبارات المناعة الخلوية . وسواء تم الاكتشاف بواسطة اختبارات المناعة الخلوية أو الخلوية فإن أغلب المستضدات المكتشفة تكون من النوع الجنيني (Oncofetal) .

وهناك تقنيات عديدة مستخدمة في الكشف عن المستضدات الورمية تشمل المقاييس الشعاعية المناعية (Radio Immunoassays) والمقاييس الانزيمية المناعية (Enzyme Immunoassays) واختبارات القالب المناعي (Immuno Fluorescence) .

أخذت هذه الاختبارات في التطور بدرجة كبيرة منذ استحداث وإنتاج الأجسام المضادة وحيدة المنشأ (Monoclonal Anti-bodies) في بداية الثمانينات ضد مستضدات الأورام . وهذا بالطبع يستوجب دراسة كافية للمستضدات الورمية وكيفية نشوئها ، وفي أي الحالات تكون مفيدة بقدر كبير .

ومن أمثلة بعض المستضدات الورمية التي تستخدم في أغراض التشخيص المناعي ما يلي :-

١ - بروتينات بنس جونز (Bence Jones Proteins) : وهي مستضدات تنتج في أورام الخلايا المنتجة للجلوبولينات المناعية .

(Immunosuppression) والطاعنين في السن ، حيث تنخفض قدرات الجهاز المناعي بشكل ملحوظ .

٣- نبذ حيوانات التجارب للأورام المفروسة فيها أصلاً إذا كانت من نفس النوع الذي كانت تعاني منه سابقاً ، وهذا ما يعرف بالمناعة المترافقة (Concomitant Immunity) .

٤- ملاحظة ظهور عناصر مناعية في موقع الورم وضموره نتيجة ذلك في كثير من التجارب .

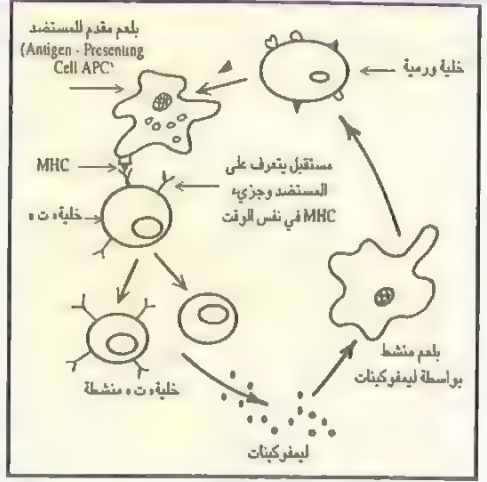
٥- الخاصية التي يتمتع بها الجهاز المناعي باكتشافه

المستمر للخلايا السرطانية الناشئة من الطفرات الخلوية (Somatic Mutations) ، ومحاربتها لها والحيلولة دون انتشارها ، وهو ما يعرف بنظرية الترصد المناعي (Immune Surveillance) التي وضعها العالم بيرنت (Burnet) . وبالرغم من وجود أمثلة سريرية ومخبرية تساند هذه النظرية ، مثل حالات الكبت والعوز المناعي ، إلا أنها لا تزال تثير جدلاً علمياً واسعاً ، خاصة حين يطرح التساؤل عن كيفية حدوث السرطان في المؤهلين مناعياً إذا كان هذا الترصد فعالاً . هذا من ناحية ومن ناحية أخرى فقد لوحظ أن الفئران التي تنعدم فيها الغدة الصعترية (Athymic Mice) لا يحدث فيها السرطان بنسبة تفوق مثيلاتها ذات الغدة .

### فشل المراقبة المناعية

هناك بعض الآليات - الفاعلة بمفردها أو بالتناسق مع بعضها البعض - تعمل على إقلاط الخلايا المناعية من الترصد المناعي ، ومن هذه الآليات ما يلي :

١- وجود الورم في موقع متميز محصن من وصول الخلايا المناعية ونواتجها المنذبة إليه ، مثل الأورام التي تنشأ في الدماغ .  
٢- تغيير طبيعة المستضدات على سطح الخلايا السرطانية ، بحيث يصعب من الصعب تعرف جهاز المناعة عليها ، أو أن يتم إسقاطها من سطح الخلايا الورمية (Shed Antigens) .



● شكل (٣) تحطيم الخلايا الورمية بالبلع المنشطة.

- تنشيط الأجسام المضادة « ج » (IgG) و « م » (IgM) لجهاز المتم (Complement System) ليعمل على الارتباط بالمستضدات الورمية فيحدث فيها ثقباً كثيرة تؤدي إلى تحطيمها وموتها .

- مساهمة الأجسام المضادة في عمليات البلعمة سواء بمفردها أو بواسطة تنشيط جهاز المتم الذي يفرز - عند تنشيطه - ما يسمى بطاهيات (Opsonins) تساعد الخلايا البالعة (Macrophages) على التهام الأجسام الغريبة .

- منع الأجسام المضادة للخلايا السرطانية من الالتصاق بالجسم (Metastasis) مما يؤدي إلى لجوء الخلايا السرطانية الجائلة (Humoral) إلى مواقع التصاق أخرى لينشأ الورم في مكان آخر غير موقع نموه الأساسي.

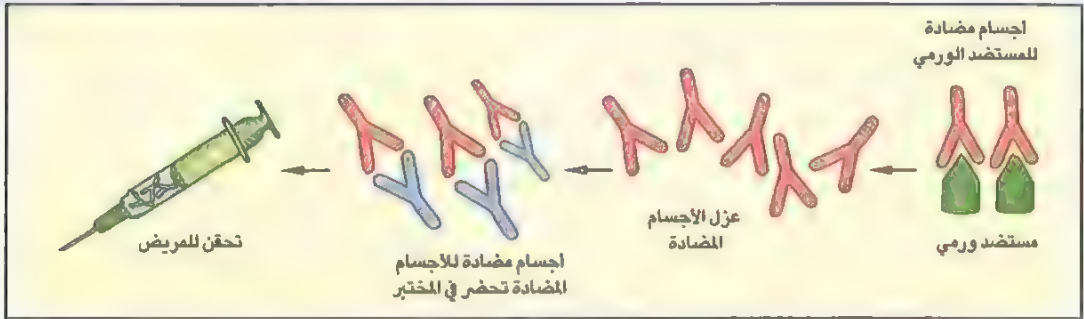
### الاستجابة المناعية

قد لا يطرأ على الذهن بأن جهاز المناعة له دور في التصدي للأورام ، ولكن يتجلى دور الاستجابة المناعية في العديد من الملاحظات التي يمكن إيراد بعضها فيما يلي :-

١- زيادة نسبة حدوث الأورام في الأشخاص الذين يعانون من نقص المناعة الولادي (Congenital Immunological Deficiencies) مقارنة بالأشخاص الأسوياء .

٢- كثرة حدوث الأورام ونموها في الأشخاص الخاضعين للكبت المناعي





● شكل (٤) استخدام الأجسام المضادة وحيدة المنشأ في علاج الأورام السرطانية.

من  $IL-2$  و  $TNF$  .. ويحد من مثل هذا الاستخدام سمية هذه المركبات إذا ما أعطيت بجرعات كبيرة حيث أن سميتها تشمل في العادة البدن كله .

بالإضافة إلى ذلك هناك استراتيجية تشمل عدة طرق لاستخدام الأجسام المضادة وحيدة المنشأ في المداواة المناعية ضد الأورام . ومن هذه الطرق ربطها ببعض المركبات السامة للخلايا الورمية أو بمركبات مشعة (Radio isotopes) بغرض حملها إلى الورم بطريقة نوعية محددة . ومن فوائد هذه الطريقة منع التسلم العام إذا ما استقرت هذه المركبات في أماكن عديدة بالجسم إلى جانب موقع الورم . ويوضح شكل (٤) كيفية استخدام الأجسام المضادة وحيدة المنشأ التي تحاكي في تركيبها المستضد الورمي (Antidiotypic Antibodies) والتي تنتج في الأساس كمضادات للأجسام المضادة للمستضد الورمي ، وبما أنها تشبه

تجهيزات مختلفة للمستضد الورمي ، أو بزيادة فاعلية المناعة الانوعية باستخدام مدعمات مثل عصيات كالميت وغيران (BCG) والوتدية الصغيرة (Corynebacterium parvum) ، وتجدر الإشارة هنا إلى أن استخدام السايبتوكينات مثل الإنترفيرون (IFN) والانتروكين -  $IL-2$  وعامل التنخر الورمي (Tumor Necrosisfactor TNF) وغيرها من منتجات الخلايا المناعية تشكل قدراً مهماً من المناعة التي يمكن أن تستخدم بمفردها أو مرافقة للخلايا من نوع (LAK) حيث تؤخذ من المريض ويعمل على تكاثرها في أنبوب الاختبار ثم يعاد حقنها للمريض .. وقد أثبتت هذه المحاولات بعض الجدوى .

وقد تطورت المحاولات لتشمل استخدام خلايا لمفاوية متغلغلة في الورم (Tumor Infiltrating Lymphocytes - TILS) مأخوذة من المريض تم تكاثرها خارج الجسم الحي في وجود السايبتوكين لتحقن في المريض مرة أخرى مترافقة مع جرعات

٢ - بروتينات الإلفا فيتو (  $\alpha$  - feto Proteins ) وهي مستضدات بروتينية تستخدم في الكشف عن سرطان الكبد والمخ .

٣ - المستضد السرطاني الجنيني (Carcino embryonic Antigen - CEA): ويوجد في أنواع عديدة من سرطان كسرطان المستقيم ، القولون ، الكبد ، والثدي . وبالتالي فإن الكشف عنه يدل على وجود أحد هذه الأنواع .

٤ - القوندوتروبين المشيمي (Chorionic Gonadotropin) ويفرز في سرطان الخصية .

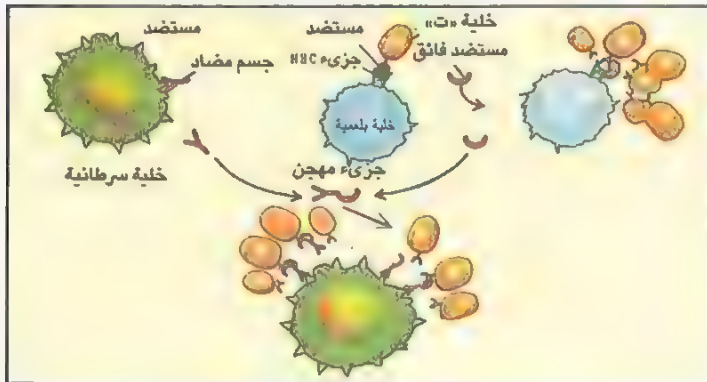
٥ - مستضد CA125 : ويوجد في سرطان المبيض وسرطان البنكرياس والرحم والبروستات .

### العلاج المناعي

بالرغم من أن النتائج الفعلية لمحاولات العلاج المناعي (Tumor Immunotherapy) لم يحقق نجاحاً ملحوظاً فإن الحماس والتفاؤل بجذواه أخذ في الازدياد ، ويرجع ذلك إلى بعض التحسن في حالة المرضى الذين يعالجون بواسطة الليمفاويات المناعية المنقولة ، وبسبب تزايد المعرفة بالمستضدات الورمية ، والآلية المتعلقة بتقديم هذه المستضدات للخلايا المناعية وما يعرف حالياً بالاستحثاث المرافق (Costimulation) وكيفية تدخل الهندسة الوراثية لرفع كفاءة طرق العلاج المناعي .

### ● المداواة المناعية

يتركز الجهد في المداواة المناعية في زيادة فاعلية المناعة النوعية ضد الورم باستخدام



● شكل (٥) آلية قتل الخلية السرطانية بالمستضد المجهن الفائق.

ولكن وجوده في بعضها كليل بأن يجعل الخلايا الثانية مدمرة لكل الخلايا المجاورة .

من ناحية أخرى يحاول العلماء تعديل المورثات الخاصة بالخلايا الليمفاوية المتغلطة في الورم (TIL) بإدخال المورث الموجه لتصنيع السيبتوكين TNF لتقادي سميت العالية لجميع أجزاء البدن حين يحقن بجرعات مجهرية لمكافحة الورم وتقليصه . وبالطبع يساعد إدخال (TNF) في الخلية الليمفاوية على إفراز تركيز موضعي عال من (TNF) في الورم فقط ليعمل على تقليصه وانحساره .

### ● اللقاحات

يتحدث العلماء عن إنتاج لقاحات واقية ضد السرطان باستخدام المستضدات الورمية ، غير أن العقبة الأساسية في إيجاد تحفيز مناعي فاعل تكمن في أن معظم المستضدات الورمية لا تختلف كثيراً عن المركبات الطبيعية ، ولذلك فإنها لا تحفز جهاز المناعة بشكل كبير . بالرغم من ذلك يحاول العلماء وبطرق عديدة ومستقن الدروس من اللقاحات ضد الأمراض المعدية أن يصلوا إلى إنتاج لقاحات مجدية .

الهندسة الوراثية في دفع عجلة محاولات العلاج المناعي إلى الأمام ، حيث يمكن التعديل الوراثي لبعض الخلايا لتصبح أكثر ملائمة لتوظيف الجهاز المناعي ضد الأورام . وهناك اتجاهان في هذا المجال هما تعديل الخلية الورمية وتعديل خلايا « ت » الليمفاوية .

يعتمد العلاج بالهندسة الوراثية الخاص بتعديل الخلية الورمية على حث خلايا « ت » الليمفاوية المحللة (CTL) وتنشيطها حتى تتعرف على المستضد المقدم بواسطة جهاز التوافق النسيجي من ناحية ، وفي نفس الوقت تتعرف على إشارة ثانية من مركب يعرف بـ B7 أو مركب مماثل له ، أي ما يعرف بالاستحثاث المرافق (Costimulation) كما هو موضح بالشكل (٦) . ولاتنشط الخلية « ت » الليمفاوية إلا في وجود الإشارة الثانية المرتبطة بمستقبل خلية « ت » CD28 الذي يتعرف ويرتبط بـ B7 . عليه تعد الإشارة الثانية مهمة للغاية في تحريك الخلايا الليمفاوية . لذا تتجه تقنية الهندسة الوراثية إلى تعديل بعض الخلايا السرطانية لإدخال مورث يمكنها من إنتاج B7 . وبالطبع لن ينتج B7 في كل الخلايا الورمية ،

المستضد فهي قادرة على تحريك استجابة نوعية نشطة (Active Specific Immunotherapy - AST) .

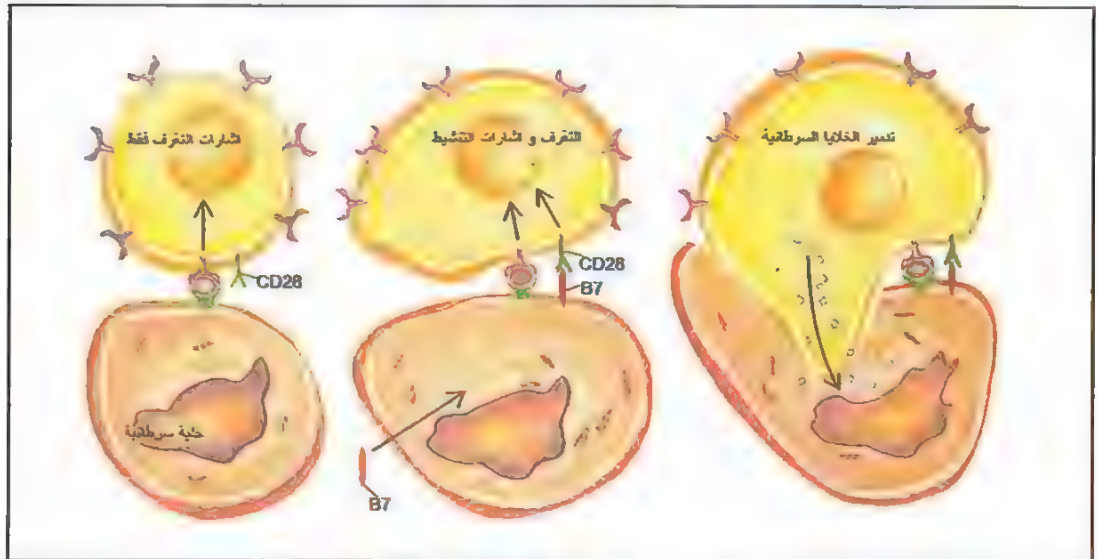
### ● المهجن المستضد الفائق

المستضد الفائق هو جزيء بروتيني من الجراثيم له قدرات عالية في تحريك النشاط المناعي خاصة بواسطة خلايا « ت » الليمفاوية المعروفة بفعاليتها في مكافحة المرض .

وتستخدم في هذا النوع من العلاج جزيئات مهجنة تجمع خواص مناعية أخرى مما يزيد فاعليتها . مثال ذلك مهجن المستضد الفائق (Super Antigen) وجسم مضاد المستضدات الورمية كما هو موضح بالشكل (٥) حيث يتم تعرف الجزيء المهجن على المستضدات الورمية بواسطة جزء الجسم المضاد الموجود فيه في حين يعمل الجزء المستضد الفائق منه على جذب خلايا « ت » إلى الخلية الورمية . وبما أن خلايا « ت » المذكورة تحسب أنها تقتل الجرثومة المعزول عنها المستضد الفائق فإنها تقضى على الخلية الورمية .

### ● الهندسة الوراثية

يعقد أمل كبير بعد الله على تقنية



● شكل (٦) تدمير الخلايا السرطانية بواسطة الإستحثاث المرافق.





## د . عبد الرحمن المزروع

الحصبة ، أو من ميكروبات غير حية مثل لقاح السعال الديكي ، أو من سموم بعض أنواع البكتيريا مثل لقاح الدفتيريا والكزاز بعد معالجتها بحيث لا تؤدي الإنسان وفي الوقت نفسه لا تفقد قيمتها المناعية . ويوضح الجدول (١) اللقاحات التي تم اكتشافها وتحضيرها من عام ١٧٩٦م حتى عام ١٩٨٨م .

ومما يجدر ذكره أن هناك بعض اللقاحات الأخرى التي مازالت تحت الاختبار مثل لقاح الجدري المائي ، والبلهارسيا ، والملاريا ، إضافة إلى بعض الأمراض الأخرى التي مازال العلماء يجهلون ويبحثون ليجدوا لها لقاحاً مناسباً يقي البشرية من شرورها مثل مرض نقص المناعة المكتسبة ( الإيدز )

تقوم الرعاية الصحية على ركبتين أساسيتين يعني أحدهما بعلاج الأمراض أو التخفيف من أثارها بعد حدوثها ، ويعني الآخر بالوقاية منها وتقليل الإصابة بها . ويعد التطعيم جانباً هاماً من جوانب الوقاية من كثير من الأمراض التي كانت ولا تزال سبباً في وفاة الكثير من الأطفال أو إعاقاتهم البدنية أو العقلية .

أدرك الناس منذ وقت قديم أن الإصابة ببعض الأمراض تُكسب الشخص المصاب مناعة تقيه من شر ذلك المرض بعد شفائه . ولهذا شاعت لدى كثير من الشعوب ممارسات مختلفة تعكس تلك الفئاعة ، ومن أمثلة ذلك ما عرف " بحفلات العنقرز " حيث يُجمع الأطفال الذين لم يصابوا بهذا المرض في أحد المنازل ويختلطوا بالطفل المصاب لكي تنتقل إليهم العدوى فيصابوا بالمرض ، ومن ثم يكتسبون مناعة في المستقبل ، ومن هنا جاءت فكرة التطعيم .



### آلية عمل اللقاح

تبدأ الخطوة الأولى في استجابة الجسم للقاح بتعرف الجهاز المناعي على المادة الغريبة ( المستضد ) الموجود في اللقاح ، ومن ثم تقسم الخلايا الليمفية — ذات مستقبلات خاصة — تتعرف بوساطتها على المستضدات — بابتلاع وهضمه وظهوره مرة أخرى على سطح الخلايا في صورة مواد بروتينية بسيطة حتى تستطيع الخلايا الليمفاوية ( « ب » و « ت » ) التعرف عليه والتعامل معه ، وهكذا تتضافر خلايا الجهاز المناعي المختلفة — سبق الحديث عنها بالتفصيل في مقالات سابقة — لاتمام

وقد تمت خلال القرنين الماضيين السيطرة على تسعة أمراض شائعة بالتطعيم هي الجدري ، والخناق ( الدفتريا ) ، والكزاز ( التيتانوس ) ، والشاهوق ( السعال الديكي ) ، وشلل الأطفال ، والحمى الصفراء ، والحصبة ، والحصبة الألمانية ، والنكاف . وقد كان للتطعيم الدور الرئيس في استئصال مرض الجدري عالمياً منذ عام ١٩٧٩م ، ولا يزال التطعيم ضد أمراض أخرى يقطع شوطاً طويلاً نحو السيطرة عليها .

### تحضير اللقاحات

تحضر اللقاحات بصفة عامة من ميكروبات حية يتم إضعافها مثل لقاح

تعرف التطعيمات ( اللقاحات ) بأنها مواد معينة تعطي للإنسان عن طريق الحقن في العضل أو تحت الجلد وذلك لحث جهاز المناعة على إنتاج أجسام مضادة ( Antibodies ) تشبه تلك التي يتم إنتاجها عند الإصابة بالمرض ذاته دون تحمل مخاطر الإصابة بالمرض ومضاعفاته .

كانت البدايات الأولى لتنفيذ فكرة التطعيم في أواخر القرن الثامن عشر الميلادي — وتحديدًا في عام ١٧٧٤م — في إنجلترا عندما قام مربي الأبقار بنيامين جستي ( Peniamin Jesty ) بأول تجربة ناجحة للتطعيم ضد مرض الجدري عند إصابته بعدوى جدري الأبقار ( Cow Box ) ، وقد لاحظ جستي أن تلك الإصابة قد تكون السبب في عدم إصابته بمرض الجدري الشائع في ذلك الحين ، فعمد على تلقيع زوجته وطفليه بخلاصة من طلع جدري البقر رغبة منه في وقايتهم من وباء الجدري . وفي عام ١٧٩٦م قام إدوارد جينر ( Edward Jenner ) بأول تجربة علمي للوقاية ضد مرض الجدري وذلك بنقل طلع جدري البقر من شخص إلى آخر ، وخلال القرن التاسع عشر نجح لويس باستور ( Lewis Paster ) في اكتشاف لقاح داء الكلب وإثبات فعاليته ، وتوالت بعد ذلك الاكتشافات والتطويرات لعدد من اللقاحات حتى وصلت إلى ما آلت إليه في الحاضر ، ولا يزال البحث مستمراً .

أمثلة هذا النوع من اللقاحات لقاح شلل الأطفال الفموي ( لقاح سابين ) ، ولقاح الحصبة ، والحصبة الألمانية ، والنكاف ، ولقاح الدرن أو السل الرئوي .

وعلى الرغم من مزايا هذا النوع من اللقاحات إلا أن من عيوبه احتمالية إصابة الشخص بالمرض أو بإحدى صوره بسبب تكاثر ميكروب اللقاح في الجسم بصورة تفوق سيطرة الجهاز المناعي عليه ، غير أن ذلك لا يحدث عادة إلا عند الأشخاص الذين لديهم نقص مناعي ( Immunodeficiency ) .

### ● لقاحات الـذيفانات

تتكون لقاحات الـذيفانات ( Toxoids ) من سموم ( Toxins ) معطلة بالمعالجة الكيميائية تعمل على حث الجسم على إنتاج أجسام مضادة تقاوم السموم التي تفرزها بعض الجراثيم عند دخولها للجسم . ومن أمثلة لقاحات الـذيفانات لقاح الكزاز ( التيتانوس ) ، ولقاح الدفتريا .

ومن الجدير بالذكر أن هذه اللقاحات رغم أنها تُكسب الجسم مناعة ضد المرض الذي يسببه الجرثوم المعين ، إلا أنها لا تمنع تكاثر الجرثوم في الجسم ، وبصفة خاصة في موضع دخوله للجسم .

### ● لقاحات جزيئية

اللقاحات الجزيئية ( Molecular Vaccines ) عبارة عن جزء من الميكروب ، تقوم الأجسام المضادة المتشكلة ضده بالوقاية من الإصابة بالمرض الذي يسببه هذا الميكروب عند دخوله جسم الإنسان ، ومن أمثلة اللقاحات الجزيئية لقاح التهاب الكبد الفيروسي " ب " ( Hepatitis B ) ، واللقاحات

اللقاح ، كما أنها تبقى في الجسم لفترة أطول وربما بصفة دائمة .

### أنواع اللقاحات

هناك أربعة أنواع رئيسة من اللقاحات المستخدمة حالياً هي :-

#### ● لقاحات غير منشطة

تعد اللقاحات غير المنشطة ( Inactivated Vaccines ) - تسمى أيضاً باللقاحات المقتولة ( Killed Vaccines ) - من أبسط أنواع اللقاحات وأسهلها تحضيراً حيث يتم معالجة الميكروب كيميائياً حتى يفقد القدرة على التكاثر في الجسم ، ثم يحقن الميكروب في الجسم عن طريق الحقن في العضل أو تحت الجلد ، ونظراً لعدم قدرة اللقاحات غير المنشطة على التكاثر عند حقنها في الجسم فإن استجابة الجسم لها تكون غالباً محدودة ، ولذا يتطلب عادة إعطاء عدة جرعات من هذا اللقاح للحصول على مناعة كافية ، ومن أمثلة هذا النوع من اللقاحات لقاح الشاهوق ( السعال الديكي ) ، ولقاح شلل الأطفال العضلي ( المعروف بلقاح « ساك » ) ، ولقاح الهيضة ( الكوليرا ) .

### ● لقاحات حية موهنة

اللقاحات الحية الموهنة ( Live Attenuated ) عبارة عن ميكروبات حية لكنها ضعيفة ، إذ رغم أن لديها القدرة على التكاثر في الجسم بعد إعطائها إلا أنها لا تسبب المرض بصورته المعتادة لأنها تستحث الجسم على الاستجابة بصورة أقرب ما تكون للاستجابة الطبيعية للمرض الأصلي ، ومن

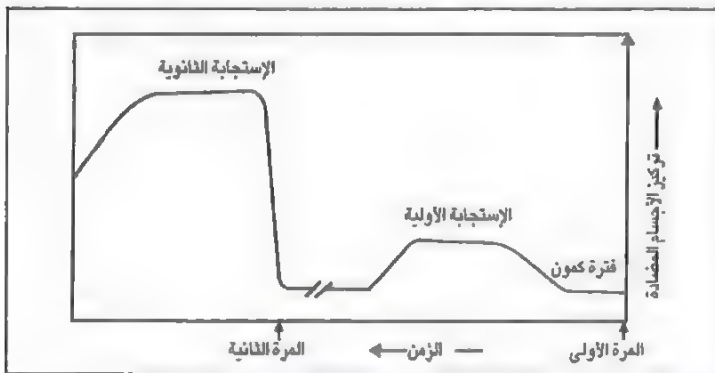
اللقاح	تاريخ الإكتشاف (م)
الجدري	١٧٩٦
داء الكلب	١٨٨٥
الخناق	١٩٢٥
الكرز	١٩٢٥
الشاهوق	١٩٢٥
الحُمى الصفراء	١٩٣٧
الانفلونزا	١٩٤٣
شلل الأطفال العضلي	١٩٥٤
شلل الأطفال الفموي	١٩٥٦
الحصبة	١٩٦٠
الحصبة الألمانية	١٩٦٦
النكاف	١٩٦٧
التهاب الكبد «ب» المستخلص	١٩٧٥
التهاب الكبد «ب» المصنّع	١٩٨٦
المستدبة النزلية ( ب )	١٩٨٨

● جدول (١) اللقاحات التي تم اكتشافها واستعمالها ( ١٧٩٦م - ١٩٨٨م ) .

الاستجابة المناعية المناسبة ( خلطية أو مكتسبة أو كلاهما معاً ) للقضاء على الميكروب . وقد تظهر بعض الأعراض الجانبية عند أخذ اللقاح مثل ارتفاع درجة الحرارة ، وحدوث تورم أو آلام في مكان الحقن ، إلا أنها والحمد لله وقتية وتخففي خلال فترة تتراوح ما بين ٢٤ إلى ٣٦ ساعة .

ومن الجدير بالذكر أن استجابة الجهاز المناعي للقاح ما تختلف فيما إذا كان هذا اللقاح يعطى للمرة الأولى أو للمرة الثانية ، ففي الحالة الأولى ، شكل (١) ، يتم ما يُعرف بالاستجابة الأولية وفيها تُنتج الأجسام المضادة بعد فترة كمون تتراوح ما بين عدة أيام إلى أسبوعين من إعطاء اللقاح ، وفي العادة تكون الأجسام المضادة في البداية من نوع ( IgM ) ثم يعقبها أجسام مضادة أخرى من نوع ( IgG ) تصل إلى أعلى مستوى لها في الأسبوع الخامس تقريباً ثم تبدأ في الانخفاض التدريجي .

وعند إعطاء اللقاح للمرة الثانية تحدث استجابة أخرى للجهاز المناعي تعرف بالاستجابة الثانوية تتميز - مقارنة بالاستجابة الأولية - بظهور سريع لكميات كبيرة من الأجسام المضادة - من نوع ( IgG ) - تصل ذروتها خلال أيام من إعطاء



● شكل (١) الإستجابة المناعية الأولية والثانوية.



العمر	اللقاح	طريقة التطعيم
عند الولادة	الدرن الكبدى ب (١)	داخل الأدمة في العضل
٦ أسابيع	شلل الأطفال (١) الثلاثي البكتيري (الحناق، الشاهوق، الكزاز) (١) الكبدى ب (٢)	بالفم في العضل في العضل
٣ شهور	شلل الأطفال (٢) الثلاثي البكتيري (٢)	بالفم في العضل
٥ شهور	شلل الأطفال (٣) الثلاثي البكتيري (٣)	بالفم في العضل
٦ شهور	الحصبة الكبدى ب (٣)	تحت الجلد في العضل
١٢ شهرا	الثلاثي الفيروسي (الحصبة الحصبة الألمانية، النكاف)	تحت الجلد
١٨ شهرا	شلل الأطفال (المنشطة الأولى) الثلاثي البكتيري (المنشطة الأولى)	بالفم في العضل
٤-٦ سنوات	شلل الأطفال (المنشطة الثانية) الثلاثي البكتيري (المنشطة الثانية)	بالفم في العضل

● جدول (٧) الجدول الزمني الحالي لتطعيم الأطفال في المملكة (منذ الولادة وحتى ٦ سنوات) .

التطعيم والتركيز النهائي للأجسام المضادة المنتجة ، بخلاف تقصير الفترة عن الحد الأدنى ، ولهذا فلو حدث انقطاع في إعطاء الجرعات المقررة لا يلزم إعادة الجرعات السابقة مهما طالت مدة الفصل بين الجرعات ، ويوضح الجدول ( ٧ ) الجدول الزمني الحالي لتطعيم الأطفال بالملكة العربية السعودية منذ الولادة وحتى ست سنوات .

وبالإضافة إلى ذلك هناك بعض أنواع اللقاحات التي تعطي للكبار والأطفال في ظروف خاصة مثل لقاح الحمى الشوكية أثناء موسم الحج ، ولقاحات الكوليرا والتيفوئيد والحمى الصفراء عند السفر من وإلى المناطق الموبوءة بتلك الأمراض ، والالتهاب الكبدى ( أ ، ب ) ، ومرض الكلب وبعض اللقاحات الوقائية مثل لقاح الإنفلونزا الذي يعطي عن طريق الأنف فقط . كما أن هناك بعض اللقاحات التي ترتبط بطبيعة العمل مثل لقاح الحمى المالطية للأطباء البيطريين ، ولقاح الالتهاب الكبدى الوبائي للأطباء والعاملين في مختبرات التحليل .

المستخدم فيما يلي :-

● **طبيعة وجعرة المستضد المستخدم في اللقاح .**

● **استخدام المساعدات المناعية في تركيب اللقاح :** مثل استخدام مركبات أكسيد الألمنيوم لترسيب سموم الدفتيريا ، والكزاز حيث يؤدي ذلك إلى زيادة تركيز الأجسام المضادة الناتجة عن التطعيم باللقاح .

● **طريقة إعطاء اللقاح :** حيث يتوقف تكوين المناعة الوضعية على الطريقة التي يؤخذ بها اللقاح ، فمثلا عند إعطاء لقاح شلل الأطفال عن طريق الفم تتكون مناعة

موضعية في الأمعاء بالإضافة إلى المناعة العامة في الدم ، أما عند حقن هذا اللقاح في العضل فلا تحدث مناعة موضعية في الأمعاء .

● **فعالية اللقاح :** وتتمثل في تاريخ صلاحيته ، وطريقة تخزينه ونقله ، إذ قد تفقد فعالية كثير من اللقاحات كليا أو جزئيا إذا لم يتم المحافظة على سلسلة التبريد ( Cold Chain ) أثناء النقل أو التخزين .

### الجدول الزمني لللقاحات

يخضع اختيار وقت إعطاء اللقاحات المتعددة في برنامج التلقيح لاعتبارات عدة مثل العمر الذي تكون فيه الاستجابة للقاح جيدة ، ووبائية المرض ، واحتمالية التعرض له . وبشكل عام فإنه يفضل إعطاء اللقاح في أقرب فرصة يكون فيها فعالا ، كما ينبغي مراعاة الحد الأدنى للفترة بين الجرعتين لضمان استجابة أفضل عند إعطاء الجرعة الثانية ، ويشار في هذا المقام إلى أن زيادة الوقت بين الجرعات المتعددة عن الزمن المقترح في الجدول لا يؤثر على فعالية

عديدة السكريات ( Polysaccharid ) المستخدمة في التحصين ضد الحمى الشوكية ، وغيرها من الأمراض التي تسببها المكورات السحائية ( Meningococcus ) ، والمكورات الرئوية ( Pneumococcus ) ، والمستدمية النزلية « ب » ( Haemophilus influenzae B ) التي تشتمل على لقاحات الحمى الشوكية والتهاب اللهاة والتهاب الرئة الحاد .

### الاستجابة المناعية للقاحات

يؤثر عدد من العوامل - سلبا أو إيجاباً - في مقدار ونوعية الاستجابة المناعية للقاحات ، ويمكن تقسيم هذه العوامل إلى قسمين أساسيين هما :-

#### ● طبيعة الشخص المُلقَّح

تتوقف الاستجابة المناعية للقاحات على طبيعة الشخص المُلقَّح من خلال عدة نواحي هي :-

● **عمر الطفل وقت التطعيم :** فالأطفال مثلا في السنتين الأولى يستجيبون للقاحات كثيرة ، إلا أنهم لا يستجيبون عادة للقاحات عديدة السكريات .

● **الأجسام المضادة المكتسبة للقاح :** حيث تقاوم الأجسام المضادة التي يكتسبها الطفل الوليد من أمه - في الفترة الأخيرة من الحمل - تكاثر لقاح الحصبة والحصبة الألمانية أو النكاف في الجسم مما يمنع حدوث الاستجابة المناعية المنشودة للقاح الثلاثي الفيروسي خلال فترة بقاء هذه الأجسام المضادة بالجسم ، ولذا فالطعيم بهذه اللقاحات غير مضمون خلال السنة الأولى من عمر الطفل ، كما تؤثر الأجسام المضادة التي يكتسبها الجسم عند استخدام حقن الجلوبيولين في علاج بعض الحالات المرضية على الاستجابة المناعية لبعض اللقاحات .

● **القدرة المناعية للشخص :** ويقصد بذلك أن الأشخاص الذين لديهم نقص في المناعة سواء أكانت عند الولادة أم مكتسبة - بما في ذلك من يستخدمون أدوية كابحة للمناعة - لا يستجيبون جزئيا أو كليا عند تطعيمهم .

#### ● اللقاح المستخدم

تتمثل أهم العوامل التي تؤثر في الاستجابة المناعية للقاحات وترتبط باللقاح

## مصطلحات المناعة

### ● خلايا فاعلة Effector Cells

خلايا لها المقدرة على التوسط في وظيفة مناعية مثل عملية تسمم الخلايا (Cell mediated cytotoxicity).

### ● خلايا مشيمية Germ Line

خلايا حافظة للنوع مثل مورثات الأجسام المضادة (Immunoglobulins) التي يورثها الآباء للأبناء.

### ● جزيء مستضد Hapten

جزء صغير من المستضد لا يمكنه بمفرده حث الجسم على توليد أجسام مضادة إلا إذا اتحد مع حامل جزيئات كبير مثل الأدوية أو البروتينات.

### ● خلايا هجين Hybridoma

خلايا دائمة (Immortal Cells) تنتج بدمج خلايا «ت» أو «ب» مع خلية سرطان لتعمل على إنتاج نوع واحد من الخلايا مثل إنتاج أجسام مضادة وحيدة النسيلة (Monoclonal).

### ● مولد المستضد Immunogene

أي مادة قادرة على توليد استجابة مناعية.

### ● تشبه Mimicry

طريقة تتجنب بها الميكروبات الاستجابة المناعية وذلك لاحتوائها على مستضدات لا يستطيع الجسم إنتاج أجسام مضادة للقضاء عليها.

### ● انتهازى Opportunist

جرثوم غير ضار في الأحوال العادية ولكنه يصبح خطراً عند انخفاض مناعة الجسم مثل مرض الإيدز.

### ● تحسيس Sensitization

تعرّف جهاز المناعة على جزء غريب للمرة الأولى ونمو ذاكرته بعد ذلك حتى إذا جاء ذلك الجسم مرة أخرى قام جهاز المناعة في الحال بإنتاج أجسام مضادة للقضاء عليه.

### ● موت فسيولوجي للخلايا

#### Apoptosis

موت مبرمج للخلايا - انتحار الخلايا - يحدث تحت ظروف فسيولوجية ، ويلاحظ ذلك مثلاً عند تطور الجنين في بطن أمه حيث تتمو بعض الخلايا والأنسجة ويضمّر بعضها أو يتلاشى أثناء عملية نمو الجنين .

#### ● التأتب Atopy-Atopic

حساسية سريعة تكون الأجسام المضادة (IgE) وسيطاً فيها مثل حساسية الربو .

#### ● حامل Carrier

جزء مولد للمناعة يحتوي على أجزاء تتعرف عليها خلايا «ت» ، كما أنه يملك خاصية الارتباط بجزء غير مولد للمناعة وجعله نشطاً مناعياً .

#### ● الانجذاب الكيميائي Chemotaxis

توجيه الخلايا للمناطق التي بها فرق تركيز في العوامل الجاذبة مثل ببتيدات البكتيريا أو السيتوكين (Cytokines) .

#### ● معقد مناعة Immune - Complex

مركب كيميائي يحدث نتيجة ارتباط الجسم المضاد مع المستضد برابطة غير تساهمية وبنسب متفاوتة .

#### ● رباط ثنائي Conjugate

رباط تساهمي (Covalent) بين جزئين مثل الرابطة التساهمية بين السم والجسم المضاد .

#### ● رابط Cytophille

جزء من الجسم المضاد يستطيع الارتباط بالخلية مثل الجزء السفلي من (Fc) من الجسم المضاد (IgG) .

#### ● حقل Domain

وحدة تركيبية يمكن من خلالها التعرف على السلاسل الثقيلة والخفيفة للجسم المضاد ونوعه .

### ● مناعة نشطة

#### Active Immunization

مناعة ضد الميكروبات يستثار فيها جهاز المناعة لإنتاج أجسام مضادة ومن أمثلة ذلك التطعيم باللقاحات .

### ● مناعة سلبية

#### Passive Immunization

مناعة يتم فيها حقن الجسم بأجسام مضادة جاهزة مصنوعة خارج جسم الشخص المتلقي للتطعيم .

#### ● مستضد Antigen

مادة تثير الجسم لإنتاج أجسام مضادة ، أو أي جزيء يرتبط بالجسم المضاد أو بمستقبلات خلايا «ت» .

#### ● محدد المستضد

#### Antigenic Determinent

جزء صغير من المستضد - يتكون من ٩ إلى ٢٠ حامض أميني - تتعرف عليه أو ترتبط به الأجسام المضادة أو مستقبلات خلايا «ت» .

#### ● منطقة ارتباط المستضد Epitope

أصغر جزء من المستضد - أصغر من محدد المستضد - يتداخل مع الجسم المضاد أو بمستقبل خلية «ت» .

#### ● جذب Affinity

قوة تربط الرابط - الفردية (Individual Ligand) والمستقبل .

#### ● زراعة أنسجة Allograft

زراعة أنسجة بين فردين مختلفين وراثياً ولكنها ينتميان إلى نفس الفصيلة أو الجنس مثل زراعة الأعضاء من إنسان لإنسان آخر .

#### ● فقدان الحساسية Anergy

حالة غير دائمة يتوقف فيها جهاز المناعة عن الاستجابة المناعية عند مقابلة المستضد ويتصالح معه الجسم الغريب .

(\*) ترجمة سكرتارية التحرير عن كتاب :-

Medical Immunology for students, J. H. L. Playfair & P.M. Lydyard, Churchill Livingstone, London 1995 .

# المجهر الإلكتروني



إعداد : د . عبد الله بن إبراهيم المرشد

ملايين المرات في بعض أنواعه ، ولك أن تتصور المقدرة العالية للمجهر الإلكتروني في التكبير إذا علمت أن العين المجردة يمكن أن ترى الأشياء الصغيرة إذا كانت أكبر من ١٠ مايكرومتر ، وأن المجهر الضوئي يستطيع تكبير هذه الأشياء ألف ضعف ، فكيف بالمجهر الإلكتروني وهو يستطيع تكبير الشيء نفسه إلى مليون ضعف .

٢ - توليد حزمة من الإلكترونات يتم التحكم فيها - مقارنة بحزمة الضوء في المجاهر الضوئية - وتسليطها على سطوح الأجسام المراد فحصها .

توجد عدة أنواع من المجاهر الإلكترونية أهمها نوعان هما مجهر المسح الإلكتروني ( Scanning Electron Microscope , SEM ) ومجهر النفاذ الإلكتروني ( Transmission Electron Microscope , TEM ) وسيتناول هذا العدد بمشقة الله النوع الأول .

## أجزاء الجهاز

يتألف مجهر المسح الإلكتروني ( SEM ) ، شكل (١) ، من الأجزاء التالية :

### ● مدفع إلكترونات

مدفع الإلكترونات ( Electron Gun ) عبارة عن سلك رفيع من مادة التنجستن قطره ١٢ ، مم تنبعث منه الإلكترونات بعد تسخينه .

### ● عدسات مغناطيسية

تتحكم العدسات المغناطيسية ( Magnetic Lenses ) في شكل شعاع الإلكترونات ، ويوجد منها نوعان هما :

\* عدسة مكثفة ( Condenser Lens ) : وتحدد قطر وشدة الشعاع .

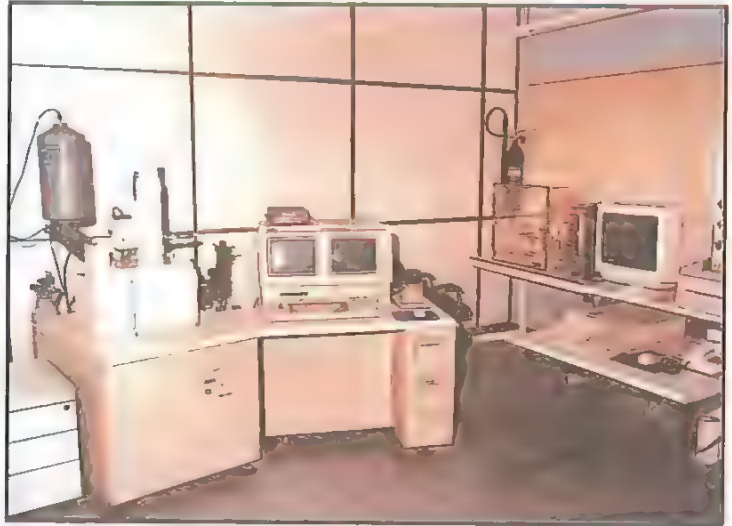
\* عدسة شيفية ( Objective Lens ) : وتعمل على تكبير الصور .

### ● ملفات مسح

تستخدم ملفات المسح ( Scanning Coils ) للتحكم في مسار شعاع الإلكترونات لمسح جزء صغير من سطح العينة .

### ● قاعدة تثبيت العينة

قاعدة تثبيت العينة عبارة عن قاعدة تتحرك أفقياً ورأسياً من خلال لوحة التحكم الرئيسية .



يرجع تاريخ اكتشاف المجهر الإلكتروني إلى سلسلة من الجهود المتواصلة بدأها عالم الفيزياء الألماني بوخ ( Busch ) بين عامي ١٩٢٥ و ١٩٢٧ م حينما استطاع استخدام مجال مغناطيسي غير متجانس كعدسة لتجميع شعاع من الإلكترونات محاكاة لما تقوم به العدسات البصرية في حالة الشعاع الضوئي ، بعدها تواصلت الجهود للاستفادة من اكتشاف بوخ المذكور وتوظيفه في تكبير الصور حيث أمكن تحقيق ذلك عام ١٩٣٢ م ، في مركزين بحثيين مستقلين ، أحدهما في جامعة برلين التقنية على يد العالمين نول وروسكا ( Knol & Ruska ) ، والآخر في معهد برلين للبحوث على يد العالمين بروخ وجونسون ( Bruche & Johansson ) . ثم استمرت جهود التطوير في عدد من مراكز البحث العلمي من أجل رفع القوة التكبيرية للمجهر حتى وصل للمجهر إلى شكله الحالي في بداية الخمسينات من هذا القرن .

وحتى ذلك الوقت انحصر استخدام المجهر في دراسة سطوح المواد بسبب انخفاض الجهد المستخدم وبالتالي ضعف قدرة الإلكترونات على النفاذ إلى داخل المواد ، غير أن جهود التطوير تواصلت حتى تمكن العالم هيرتش ( Hirsch ) ومجموعته البحثية في مدينة كمبردج في إنجلترا بين عامي ١٩٥٧ و ١٩٥٨ م من تطوير طريقة لعمل رقائق المواد أمكن بواسطتها نفاذ الإلكترونات إلى تلك الرقائق واستكشاف

مكوناتها الداخلية مما يعد بداية لاكتشاف مجهر النفاذ الإلكتروني . ثم توالى الاكتشافات في عالم المجاهر الإلكترونية وتعددت استخداماتها وظهرت أنواع جديدة كانت خير معين للعلماء والباحثين على اكتشاف الكثير من الأسرار العلمية واختراع المواد الجديدة .

يتميز المجهر الإلكتروني - مقارنة بالمجاهر الضوئية - بعدة مزايا منها :

١ - القدرة العالية على التكبير التي تصل إلى

حتى ذلك الوقت انحصر استخدام المجهر في دراسة سطوح المواد بسبب انخفاض الجهد المستخدم وبالتالي ضعف قدرة الإلكترونات على النفاذ إلى داخل المواد ، غير أن جهود التطوير تواصلت حتى تمكن العالم هيرتش ( Hirsch ) ومجموعته البحثية في مدينة كمبردج في إنجلترا بين عامي ١٩٥٧ و ١٩٥٨ م من تطوير طريقة لعمل رقائق المواد أمكن بواسطتها نفاذ الإلكترونات إلى تلك الرقائق واستكشاف

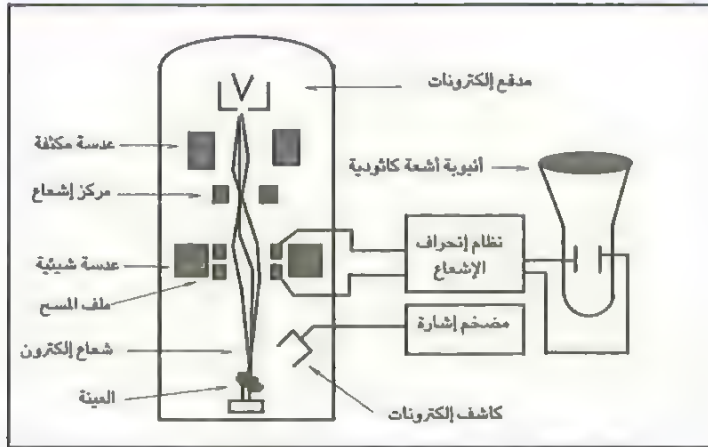


## ● كاشف الإلكترونات

يعمل كاشف الإلكترونات ( Electron Detector ) الذي يتم تثبيته فوق العينة على استقبال الإلكترونات المرتدة من سطحها .

## ● أجهزة أخرى

الأجهزة الأخرى عبارة عن مجموعة أجهزة إلكترونية - مثل مضخم الإشارة ( Signal Amplifier ) - تستخدم لمعالجة الإلكترونات التي تم استقبالها وقياسها ، ومن ثم يمكن عرضها بواسطة أنبوبة الأشعة الكاثودية ( Cathode Radiation Tube- CRT ) .



● شكل (١) رسم تخطيطي لمكونات المجهر الإلكتروني .

فيديو ( للحصول على صورة متحركة ) أو على آلة تصوير ( للحصول على صورة ثابتة ) .

## تطبيقات الجهاز

على الرغم من صعوبة حصر تطبيقات مجهر المسح الإلكتروني في هذا العصر الملىء بأبحاث وتطبيقات التقنيات الدقيقة إلا أنه يمكن إعطاء أمثلة عامة عن أهم هذه التطبيقات وخاصة في مجالي علوم المواد ، والعلوم الإحيائية حيث إنهما يعدان من أهم المجالات التي استفادت من تقنية المجاهر الإلكترونية وذلك للحاجة الماسة إلى دراسة مكوناتها الأساس وأشكال تركيبها ، ومن أمثلة ذلك :

١ - دراسة التراكيب الصغيرة للمواد والسبائك لمعرفة كيفية تكوينها وعوامل الضعف التي تطرأ عليها أو التشوهات التي تحدث لها .

٢ - فحص أشباه الموصلات ( Semi Conductors ) لمعرفة أسباب فشلها وذلك من خلال دراسة التركيبات الدقيقة للمادة .

٣ - تطوير مواد جديدة فائقة التوصيل .  
٤ - دراسة المكونات الأساس والأشكال المختلفة في علوم الأحياء والأحياء الدقيقة والخلية .  
٥ - إمكانية المصنوع على تحليلات دقيقة وسريعة للعناصر والمواد المكونة لعينة ما عن طريق توصيل بعض أجهزة التحليل مع المجهر الإلكتروني .

٢ - مرور شعاع الإلكترونات من خلال أنبوبة مفرغة تصل درجة تفرغها إلى جزء من مليون ضغط جوي وذلك للمحافظة على شكل وشدة الشعاع من الامتصاص بجزيئات الهواء الجوي .

٣ - تركيز الشعاع على سطح العينة المراد فحصها باستخدام العدسات الشبكية .

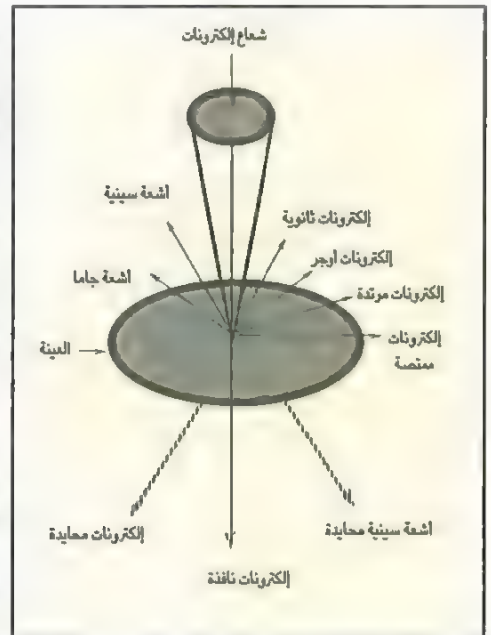
٤ - تفاعل الإلكترونات مع مادة العينة ، ويأتي ذلك ، شكل (٢) ، على عدة أشكال منها :

(أ) امتصاص بعض الإلكترونات داخل العينة (الإلكترونات ممتصة) .  
(ب) نفاذ بعض الإلكترونات من خلال العينة إلى خارجها (الإلكترونات نافذة) .  
(ج) ارتداد بعض الإلكترونات (الإلكترونات مرتدة) .  
(د) تكوين أشعة جاما أو أشعة سينية مرتدة أو محايطة .

يتم تحديد أجهزة الكشف عن العينة المراد فحصها حسب نوع نواتج تفاعل شعاع الإلكترونات مع سطحها ، ومن ثم تحويل الأشعة الناتجة إلى صور مرئية باستخدام أنابيب الأشعة الكاثودية ، وتسجيل هذه الصور إما على أجهزة

تعتمد آلية عمل مجهر المسح الإلكتروني على عدة خطوات هي :

١ - توليد شعاع من الإلكترونات - من فتيل التنجستين الموجود في مدمع الإلكترونات - يتم تسريعه بواسطة جهد كهربائي مرتفع يصل إلى ثلاثين ألف فولت ، كما يتم التحكم في شكله بواسطة العدسات المغناطيسية المكثفة والشبكية .



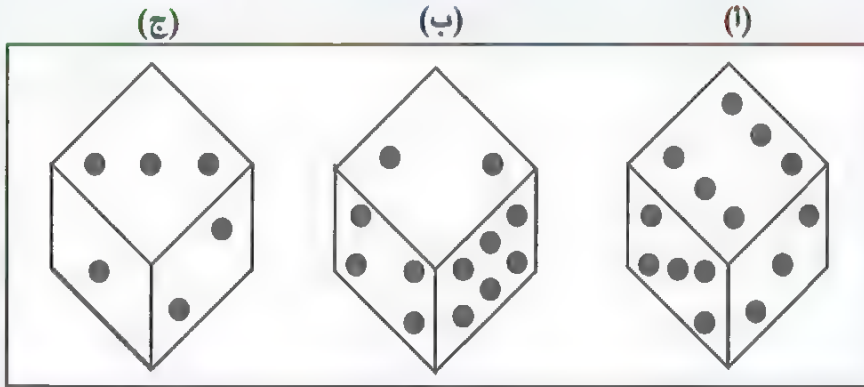
● شكل (٢) نواتج تفاعل الإلكترونات مع العينة .



# مساحة للتفكير

## مسابقة العدد

### « المكعبات »



في الشكل عاليه ثلاثة مكعبات يبلغ مجموع النقاط في كل وجهين متقابلين في كل واحد فيها سبع نقاط .  
إذا علمت أن اثنين من المكعبات المذكورة متشابهة في وضع النقاط على أوجه كل منها ، وأن الثالث يختلف في وضع تلك النقاط عن الإثنين الآخرين .  
كيف يمكنك في ضوء تلك المعلومات التعرف على المكعب المختلف ، هل هو ( أ ) أم ( ب ) أم ( ج ) ؟

### أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « المكعبات » فأرسلوا إجابتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي:  
١- ترفق طريقة الحل مع الإجابة .  
٢- تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .  
٣- يوضع عنوان المرسل كاملاً .  
٤- آخر موعد لاستلام الحل هو ٢٠ / ٢ / ١٤١٧ هـ .  
سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة من أصحاب الإجابة الصحيحة جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .

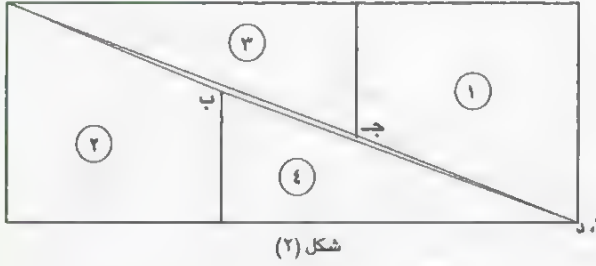
## حل مسابقة العدد السادس والثلاثون « زيادة المساحة »

يتضح من الشكل رقم (١) أن :

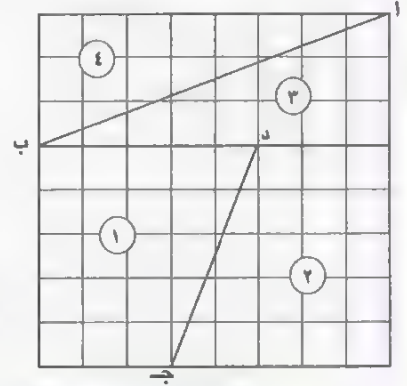
$$\text{ميل المستقيم أ ب} = \frac{2}{8} = 0,25$$

$$\text{ميل المستقيم ج د} = \frac{2}{5} = 0,4$$

ولهذا فإنه عندما ننقل الأجزاء الأربعة الموجودة في شكل (١) إلى شكل (٢) ينتج لدينا مستطيل ١٢ × ٥ سم ولكن بسبب اختلاف ميل المستقيمين المذكورين أعلاه يتكون في وسط هذا المستطيل فراغ على شكل متوازي أضلاع (الجزء المظلل من شكل ٢) تبلغ مساحته واحد سم ٢ .  
ولهذا فإن المساحة الصافية للمستطيل = ٦٥ - ١ = ٦٤ سم ٢ .



شكل (٢)



شكل (١)

### الفائزون في مسابقة العدد السادس والثلاثون

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة العدد السادس والثلاثون « زيادة المساحة » وقد تم إستبعاد جميع الحلول التي لم تتقيد بشروط المسابقة ، وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد . وبعد فرز الحلول وصل إلى الحل الصحيح شخصان هما :

١ - محمد علي محمد رشدي - جدة

٢ - عبد اللطيف طاهر - جدة

ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدية قيمة ، سيتم إرسالها لهم على عناوينهم ، كما نتمنى أن لم يحالفهم الحظ ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد المقبلة.



سطح الماء ، شكل (١) ، وذلك لأن الكثافة النسبية للبيضة أقل من الكثافة النسبية للماء المالح .

أما في الحالة الثانية ستلاحظ أن البيضة بدلا من أن تطفو على سطح الماء فإنها تسبح في منتصفه ، وذلك لأن الكثافة النسبية للمزيج بدأت تقل ، شكل (٢) .

# من أجل فلذات أكبادنا



## البيضة السابحة

فلذات أكبادنا الأعزاء

### ● الاستنتاج

يستنتج مما سبق أن البيضة تطفو على سطح الماء المالح بسبب زيادة كثافته ، وعند إضافة الماء العذب إلى المزيج تقل كثافته النسبية فتتهبط البيضة وتظل تسبح في منتصف الإناء .

### ● المصدر :

كتاب المخترع الصغير الفيزياء المسلية - مكتبة ابن سينا - ١٤١٢هـ ، ص ٣٩ - ٤٠ .

لا شك أن الكثير منكم قد مرت عليه كلمة الكثافة النسبية للمواد المختلفة عند دراسة مادة العلوم ، وأنه كلما كانت الكثافة النسبية للمادة كبيرة جعلت المواد ذات الكثافة النسبية الأقل تطفو على سطحها ، ولكي نتعرف على ذلك المفهوم العلمي دعونا نجري هذه التجربة البسيطة .

### ● الأدوات المطلوبة

بيضة طازجة ، إناء متوسط الحجم ، كمية من الملح ، ماء عذب .

### ● خطوات العمل

١- املا الإناء إلى منتصفه بالماء العذب .

٢- ضع كمية كبيرة من الملح في الإناء ، ثم حرك المزيج حتى يذوب الملح تماما .

٣- ضع البيضة في الإناء برفق .

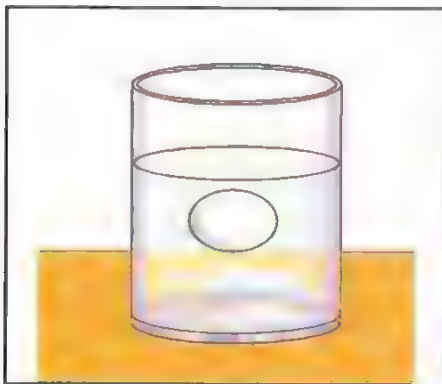
٤- سجل ملاحظتك .

٥- أضف كمية من الماء العذب إلى

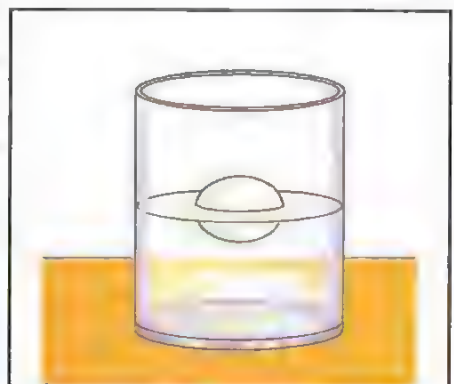
الإناء من أحد جوانبه ببطء شديد حتى تزيد كمية الماء عن السابق.

### ● المشاهدة

سوف تلاحظ في الحالة الأولى أن البيضة تطفو من تلقاء نفسها على



● شكل (٢) .



● شكل (١) .



# كتب صدرت حديثاً

## الفيزياء للأدباء

صدر هذا الكتاب عام ١٤١٦ هـ / ١٩٩٦ م عن الدار السعودية للنشر والتوزيع ، وقام بتأليفه الدكتور خضر محمد عبد الرحمن الشيباني .

يقع الكتاب في ٤٥٩ صفحة من الحجم المتوسط ، تحتوي على ثمانية فصول إضافة إلى قائمة للمراجع العربية والإنجليزية وكشاف للموضوعات الواردة فيه .

تتناول الفصول الثمانية للكتاب بالترتيب الذرة ... وما أترك ما الذرة ، ونفاذ على عالم نيوتن ، والمادة أحوال ، والحرارة ... مقبرة الطاقة ، والموجات في الطبيعة ، والكهرباء ، والمغناطيسية .... ثوأمين لايفرقان ، والعائلة الكهرومغناطيسية ، والطاقة .. موارد العصر الحديث .

## Medical Immunology For Students

قام بتأليف هذا الكتاب كل من ج. هـ. بليفيير ، وب. م. ليدي يارد (J. H. L. Playfair and P. M. Lydyard) ، وصدرت باللغة الإنجليزية الطبعة الأولى منه عام ١٩٩٥ م عن دار شيرشل ليفنجستون للنشر والتوزيع بإنجلترا .

يقع الكتاب في ١٠٤ صفحة من الحجم الكبير تحوي بين طياتها أربعة فصول بالإضافة إلى فهرس لأهم المصطلحات العلمية المتداولة في علم المناعة ، والاختصاصات الهامة .

يتناول الفصل الأول « المناعة الأساسية » الوسائل الدفاعية في جسم الإنسان والبلعمة والجهاز المكمل والالتهابات والمناعة المكتسبة ، والمناعة ضد الميكروبات . ويتناول الفصل الثاني « الأمراض الناتجة عن خلل جهاز المناعة »



الالتهابات الحادة والمزمنة وأمراض الحساسية والمناعة الذاتية والأمراض المعدية وأغتراس ونيد الأعضاء وأمراض قصور المناعة . احتوى الفصل الثالث « المناعة الإكلينيكية » على أمراض الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي والكبد والغدد الصماء والكل والجهاز العصبي والجلد والدم ونقص المناعة المكتسب والأمراض المعدية والسرطانية والأورام ، أما الفصل الرابع والآخر فجاء تحت عنوان سبل تشخيص أمراض الجهاز المناعي .

## الانترنت استثمار المستقبل

قيام بتأليف هذا الكتاب المهندس منصور بن فهد صالح العبيد ، وصدرت الطبعة الأولى منه عام ١٤١٦ هـ / ١٩٩٦ م ، عن مكتبة العبيكان بالرياض .

يقع الكتاب في ١٤٨ صفحة من الحجم المتوسط ، ويتألف من تقديم لمعالي الدكتور صالح بن عبد الرحمن العذل رئيس مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ، ومقدمة للمؤلف ، وخمسة فصول .

تشمل فصول الكتاب بالترتيب، شبكات الاتصالات وأهميتها لنقل وتبادل المعلومات ، والانترنت ... نشأتها ... وإدارتها ، والانترنت .. الاتصال ... الحماية ... ، وخدمات الانترنت ، والانترنت ... وبنوك المعلومات التجارية ... ومقدمي خدمات الربط .



## ثقوب في الذعر الأوزوني (البرهان العلمي أن السماء ليست ساقطة)

عرض : د. إبراهيم بن صالح المعتاز  
د. محمد بن ماجد الفراج

المنادية بالحد من أو إيقاف برامج التقنيات العالمية والمحجمة للبرامج الفضائية ، في تلك الأثناء أصبحت قضية استنزاف طبقة الأوزون المفتعلة أقوى سلاح بيد المعارضين للتقنية ، وقد استخدم هذا السلاح بلا رحمة ضد الاقتصاد الأمريكي في السبعينيات والثمانينيات في سلسلة من المعارك أصبحت تعرف فيما بعد باسم «حروب الأوزون» التي كان من بين ضحاياها الكلوروفلوروكربون ، وقد اشتعلت «حروب الأوزون» على حملة دعائية شاملة لإقناع العامة وصناع القرار في أمريكا بنظريات لم تثبت صحتها منها :-

١ - أن الطائرات الأسرع من الصوت التي تخترق طبقتي الستراتوسفير أو الميزوسفير تستنزف طبقة الأوزون .

٢ - أن التفجرات النووية تضيف أكاسيد النيتروجين إلى طبقة الستراتوسفير أو الميزوسفير مما يستنزف طبقة الأوزون .

٣ - أن طبقة الأوزون تستنزف نتيجة لإضافة أكاسيد النيتروجين عن طريق إضافة نيتروجين مثبت للغلاف الجوي بأي صورة .

إضافة لذلك ذكر الكتاب أربع نظريات أخرى كلها تؤول إلى استنزاف طبقة الأوزون ويُنْهَى عدم صحتها جميعاً وقال لو أن واحداً فقط من هذه الادعاءات كان صحيحاً لكانت طبقة الأوزون قد استنفدت عدة مرات حتى يومنا هذا .

ثم أخذ يستعرض تلك الأمور التي يزعم أنها تستنزف طبقة الأوزون واحدة بعد الأخرى ويُنْهَى الخلفيات التاريخية والعلمية وراءها مع ذكر أصحاب تلك النظريات وتواريخ

الأوزون تدعي أن ذرة الكلور المنطلقة من تكسير الكلوروفلوروكربون هي التي تستنزف طبقة الأوزون . ثم عقب بالقول إذا كان صحيحاً أن الكلور الصادر من الكلوروفلوروكربون بإمكانه أن يزيل طبقة الأوزون فإن الطبيعة على هذا الأساس يمكن أن تبدو سفاكة دماء لأن الكلور يعد واحداً من أكثر العناصر الكيميائية الموجودة بغزارة طبيعية في الغلاف الجوي .

ولبيان هذه الحقائق ذكر المؤلفان أن حجم الكلور المنطلق إلى الغلاف الجوي نتيجة لتبخير مياه البحر كبير جداً ، هذا غير الكميات التي تنطلق بسبب البراكين واحتراق الغابات ومجموعة الأحياء في المحيطات .

استهل المؤلفان الفصل الثاني (حروب الأوزون) بالحديث عن وصول أول إنسان إلى القمر وأن الهدف التالي للولايات المتحدة الأمريكية هو محاولة الوصول للمريخ مما نتج عنه اهتمامات تقنية أنتجت تقدماً في الإمكانات الفضائية حتى على المستوى التجاري مما جعل المواصلات فائقة الصوت في سرعتها تنال اهتمام بعض الدول ومن بينها أمريكا وروسيا وفرنسا حتى تصور بعض العلماء إمكانية تصنيع طائرات تفترق طبقة الستراتوسفير بسرعة تفوق سرعة الصوت بثلاث مرات .

صاحب برامج غزو الفضاء في الستينيات أصوات مناهضة للتقنية وتقدمها في كل من لندن وواشنطن وغيرها حتى إن مجلة العلاقات الإنسانية حذرت من أن برامج الفضاء تؤدي إلى زيادة البطالة وزيادة تخريص علماء ومهندسين بكثرة حتى قالت «سيصبح حالاً في المجتمع عالمان مقابل كل رجل أو امرأة وكتب» ثم أعقب ذلك بالحديث عن كل من سياسيي الرئيس كينيدي الداعية لغزو الفضاء والرئيس جونسون التي قللت من الاهتمام به نوعاً ما . ثم جاءت حرب فيتنام فأثرت على الاهتمام بالأبحاث العلمية وتزايدت حركات البيئيين

مع أن قضية نضوب طبقة الأوزون من أبرز القضايا البيئية التي نالت عناية كبيرة من مختلف الفئات التي تنذر وتحذر وتدعو إلى سن القوانين والتشريعات للإسراع في تدارك هذه الطبقة من النضوب ، إلا أنه في عام ١٩٩٢م ظهر كتاب طبع طبعين لم يفصل بينهما سوى شهرين يحاول فيه مؤلفاه الحد من تلك الأصوات والرد على الادعاءات وطمأنة الناس من هذا الذعر ، وهدفنا في هذه الصفحات استعراض موجز لهذا الكتاب والتعريف به ، بغض النظر عن اتفاقنا مع كل ما يحمل من آراء أو عدمه ، والله من وراء القصد .

صدر هذا الكتاب عن رابطة علوم القرن ٢١ بواشنطن وقام بتأليفه روجيليو مادورو ووالف شورهامر .

يقع الكتاب في ٣٥٦ صفحة من القطع المتوسط ويشتمل على مقدمة و ١٢ فصلاً وملحق هو عبارة عن فصل بعنوان الأوزون والغلاف الجوي مسئل من كتاب صادر في ١٩٦٨م تحت عنوان «اكتشاف الغلاف الجوي» تأليف دويسن . إضافة لذلك يشتمل الكتاب على دليل كشاف وتعريف موجز بالمؤلفين ، ومراجع كل فصل .

أوضح المؤلفان في مقدمة الكتاب أنه يهدف إلى أن يكون مرشداً للمواطنين الراغبين في طرح بعض الأسئلة المهمة مثل : أين الدليل العلمي ؟ هل السماء ساقطة ؟ هل طبقة الأوزون مستنزفة حقاً من قبل مركبات الكلوروفلوروكربون ؟ وبالتالي تم في هذه المقدمة استعراض بعض الأمور مثل : ماهية مركبات الكلوروفلوروكربون (CFCs) ، وأهميتها في استمرار التزود بالغذاء إضافة إلى استنزاف طبقة الأوزون ، ونظرية رولاند ومولينا .

جاء الفصل الأول بعنوان (مصادر الكلور الطبيعية أكبر كثيراً من الكلوروفلوروكربون) . حيث أوضح المؤلفان أن نظرية استنزاف



مونتريال قد وضعت نواة النظام العالمي الجديد مع بيان خلفيات هذا النظام ومن المستفيد منه ومن وراءه ، ثم يتحدث عن البيئيين المتحمسين ودورهم ثم يبين ما وراء اتفاقية مونتريال ومن وراءها ، ثم يختتم بالحديث عن المقاومة وأن هناك أخيراً مطالبة بالدفع عن مركبات الكلوروفلوروكربون واستخدامها .

يلخص المؤلفان في الأسطر الأولى من الفصل العاشر ( من يملك الحركة البيئية ) بالقول : ستكون صدمة عظيمة لكثير من القراء إذا علموا أن حركة البيئيين أنشئت ودعمت مالياً — حتى يومنا هذا — ووجهت من قبل الأسر الاستقرائية في كل من أمريكا وأوروبا وخاصة بريطانيا ، ومع أنها واحدة من أهم التاكيدات في هذا الكتاب المثير للجدل إلا أنها من أسهل ما يمكن إثباته ، إذ ما على المرء إلا متابعة أصول الأموال التي تأتي للحركة البيئية ، ثم بعد ذلك تبدأ التفاصيل حول القضية ومحاولة الإثبات وربط العلاقات بين البيئيين وبعض الأسر وملاك الشركات الكبرى وتدعيم ذلك بالجدول والإحصائيات .

يتناول الفصل الحادي عشر ( قايما أو الأرض — الدين الوثني للبيئيين ) الأسباب التي تدعو البيئيين إلى خطر الـ CFS وعلاقة ذلك بالإنسان ومن يقف وراء أفكار البيئيين التي تدعو إلى تقديس الأرض موضعاً بطلان تلك الأفكار .

يقدم المؤلفان في الفصل الثاني عشر ( مشاريع عظيمة تحول الكرة الأرضية ) وهو الفصل الأخير لكتابهما مجموعة من المشاريع يعتقدان أنها مهمة لتحويل الأرض من أرض مجاعة وفقير إلى أرض منتجة فيتناولان قضايا أحيائية وبيئية مهمة متعددة مثل :

إزالة الغابات من الأرض ، والمجاعة والأمراض المستعصية مثل الإيدز Aids ، وضعف الرعاية الصحية والخدمات العامة ، وضعف المستوى الاقتصادي لكثير من دول العالم .

ثم بعد استعراض هذه المشكلات التي تهدد العالم يبدأ المؤلفان في شرح البدائل المقترحة والحلول المساعدة على معالجة مثل هذه القضايا .

ختاماً نرى أن في هذا الكتاب وجهة نظر أخرى حول موضوع شغل العالم بأسره علمائه وعامته نحسب أنه جدير بالقراءة .

الأوزون فوق المنطقة القطبية موضعاً كيف استغل أصحاب نظريات تضرّب الأوزون هذه المقولة وراحوا يعزّون كل هذا إلى مركبات الكلوروفلوروكربون التي صنعها الإنسان ، ثم بدأ ينتقد هذه التصورات والمزاعم مستنداً بالأدلة والبراهين من مصادر مختلفة . ومدعماً كل ما توصل إليه بالمعادلات والرسوم البيانية والصور .

ناقش الفصل السادس ( الأشعة فوق البنفسجية صديق أم عدو ؟ ) مبيّناً أن الطاقة الكهرومغناطيسية لا تقتصر على الضوء المرئي فحسب بل تشمل الأشعة الكونية ذات طول الموجة ( ٠,٠٠٠٠١ نانوميتر ) إلى أشعة طول موجتها ( ٤,٩٩٠ كم ) ثم بين أقسام الأشعة فوق البنفسجية والآثار التي تحدثها على الكائنات الحية وفوائدها .

ناقش الفصل السابع ( اتفاقية مونتريال ) ما تم من نتائج في ملتقى مونتريال الذي عقد في لندن في الفترة من ٢٧ — ٢٩ يونيو ١٩٩٠م وحضره ممثلو ٩٢ دولة والذي دُعي فيه إلى تجديد اتفاقية مونتريال ١٩٨٧م بوضع أول قيود عالمية على تصنيع مركبات الكلوروفلوروكربون ، وقد أوضح الكاتبان أن البدائل المقترحة لهذه المركبات غير صالحة ، تلا ذلك مناقشة الآثار التي تحدث من جراء حظر هذه المركبات ضمن عناوين داخلية مثل : قتل العالم الثالث ، ماذا عن البدائل ؟ عدم مقدرة الطاقة ، مع السلامة لتكييف الهواء ، إلخ .

أوضح المؤلفان في الفصل الثامن ( لأمزيد من الكيمائيات ) أن معظم الناس أصبحوا يعرفون خطر الكلوروفلوروكربون ولكن عديد منهم لم يعلم على أية حال ، موضعاً أن اتفاقية مونتريال حظرت أيضاً صناعة واستخدام عديد من المركبات الكيميائية المفيدة التي تحتوي على ذرات أي من البروم أو الكلور . وهذا يشمل الهالوجينات وكلوروفورم الميثيل ورابع كلوريد الكربون والتي يلعب كل منها دوراً مهماً في المجتمعات الصناعية الحديثة .

ثم أخذ المؤلفان في تناول هذه العناصر أو المركبات واحداً بعد الآخر لتبيان فوائدها واستخداماتها في أغراض عديدة .

يشتمل الفصل التاسع ( البيئيون المتحمسون ) على الإجابة عن عدد من الأسئلة أثارها المؤلفان في بدايته بعد أن بيّن أن الفصلين السابقين أثبتا بشكل موثّق أن حظر الكلوروفلوروكربون سيكلف فقد حياة ما بين ٢٠ — ٤٠ مليون إنسان سنوياً ويكلف خزينة العالم خسارة تقدر بـ ٢ — ٥ تريليون دولار بنهاية عام ٢٠٠٥م . ثم وضّح أن اتفاقية

توقع الكوارث التي ستحل بالأوزون . اختتم الفصل بنقطتين أولاهما : أن أكاسيد النيتروجين التي كان المعارضون يعزّون أنها سبب استنزاف طبقة الأوزون توصف الآن بأنها الجهاز المناعي للغلاف الجوي . والثانية : أن كثيراً من جنود حروب الأوزون الممارسين يترجعون الآن على عروش القوى العلمية . ذكروا أمثلة لذلك ويبين أنهم يتمركزهم في مثل هذه المواقع يقرّون من شاءوا ويبعدون من يعارض أفكارهم .

استهل الفصل الثالث ( تضرّب الأوزون عالمياً أو المعلومات المكيّفة أو المتلاعب بها ) ببيان أن أحدث طور في حروب الأوزون ضد الكلوروفلوروكربون بدأ في شهر مارس سنة ١٩٨٨م عندما عقدت هيئة اتجاهات الأوزون التابعة لوكالة الفضاء الأمريكية مؤتمراً صحفياً أعلنت فيه أنها وجدت أن طبقة الأوزون تناقصت بنسبة من ٢٪ إلى ٣٪ في الفترة من ١٩٦٩ إلى ١٩٨٦م بسبب مركبات الكلوروفلوروكربون وذلك بناء على معلومات جُمعت من محطات أرضية وفضاائية وأعيد تحليلها . ثم تناول تركيز الهيئة على هذه المعلومات مع قدمها وعدم دقتها وما صاحبها من حظر كلي لاستخدام الكلوروفلوروكربون عام ١٩٩٠م على إثر اجتماع ٩٢ دولة اجتمعت في لندن .

تناول هذا الفصل كذلك مناقشة مستفيضة لبيان أن المعلومات التي بُنيت عليها النتائج كانت معلومات مضللة وغير دقيقة وغير صحيحة .

جاء الفصل الرابع تحت عنوان ( ماذا حدث حقاً لمركبات الكلوروفلوروكربون ) وبدأ المؤلفان بالقول إن نظرية كل من رولاند ومولينيا لاستنزاف طبقة الأوزون مبنية على عديد من الافتراضات وإثبات خطأ أي من هذه الافتراضات كفيل بإسقاط النظرية كلها . وقد حاول المؤلفان تنفيذ وبحث أهم افتراضين من تلك الافتراضات هما :-

١ - أن مكان استقرار الكلوروفلوروكربون الوحيد في طبقة الستراتوسفير .  
٢ - أنه لا يوجد في الطبقة الدنيا من الغلاف الجوي مستقر تتحلّم فيها مركبات الكلوروفلوروكربون .

تناول الفصل الخامس ( ثقب أوزون القطب الجنوبي ) موضعاً أن موضوع الكلوروفلوروكربون ظل في حالة كمون لعدة سنوات ولكنه بُعث فجأة بصورة دراماتيكية عندما أعلن جوزيف فارمان من مساحة القطب الجنوبي البريطانية اكتشاف ثقب في طبقة

# بحوث علمية

## دراسة عن التطور المناعي وعلاج التراخوما في المملكة

تعد الإصابة بمرض التراخوما أحد الأمراض المنتشرة التي تصيب الملايين من الأفراد كل عام خاصة في منطقة الشرق الأوسط ومنها المملكة العربية السعودية.

ونظراً لكونه وسعاً من المرض وما يسببه من فقدان البصر . ولكونه أحد العوائق الصحية أمام الآلاف من أبناء المملكة ، فقد قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية - مشاركة منها في درء هذا الخطر - بتدعيم مشروع بحثي بعنوان « دراسة عن التطور المناعي وعلاج التراخوما في المملكة » .

تم انجاز البحث بكلية الطب ، جامعة الملك سعود ، في الفترة من ١٤٠٦هـ إلى ١٤٠٨هـ ، وكان الباحث الرئيس للمشروع الدكتور / خالد طيارة

### أهداف البحث

يهدف المشروع إلى فهم النواحي المتعلقة بتطور هذا المرض وتوضيح عملية التطور المناعي له ، ودراسة تعداد الخلايا المخاطية بطريقة جديدة لفهم دورها في حالات جفاف العين التي غالباً ما تصاحب حالات المرض ، ووضع وسائل تشخيصية وأساليب علاجية جديدة لمعالجة هذا المرض ، فضلاً عن ذلك يحاول الباحثون اكتشاف الطريقة التي بها تؤدي عدوى التراخوما إلى حدوث خلل في خلايا الملحمة مما يسبب تدميرها وتغيير شكلها وتدميرها .

### خطوات البحث

تم انجاز البحث من خلال إجراء عدة دراسات هي :-

- ١ - دراسة مناعية باستخدام الأجسام المضادة الموحدة لتحديد مجاميع الخلايا الليمفاوية في عينات ملتحمة العين المأخوذة من مرضى التراخوما النشطة وغير النشطة .
- ٢ - دراسة مجاميع الخلايا الكاسية

والحاشية « ت ٤ » بكثرة في الطبقة الليفية لمرضى التراخوما ، بينما يزيد عدد الخلايا الليمفاوية المثبطة والمسممة للخلايا « ت ٨ » في ملتحمة مرضى التراخوما غير النشطة .

٢ - رصد أعداد متوسطة من الخلايا الليمفاوية « ب » في جميع عينات ملتحمة مرضى التراخوما النشطة ، وإظهارها لنتائج إيجابية مع الأجسام المضادة ( IgA, IgM, IgG ) ، خاصة مع الأجسام المضاد ( IgM & IgG ) .

٣ - التعرف على كل من الخلايا الكاسية والخلايا الظهارية - باستعمال طريقة وسم الخلايا لسطح الملحمة - إلى جانب التغيرات المرضية المصاحبة لجفاف العين . وقد لوحظ أن مرضى التراخوما الحادة - مقارنة مع مرضى التراخوما الخفيفة أو الأصحاء - يعانون من انخفاض في عدد الخلايا الكاسية وزيادة مطردة في تقرن الخلايا الظهارية . ومن ثم تعد طريقة وسم خلايا الملحمة وسيلة تشخيصية يمكن استخدامها لتحديد مدى جفاف العين ، وكذلك تحديد الوجهة السليمة لمعالجة مرضى التراخوما المزمن .

٤ - وجد أن لكل من المينوسيكليين والتترايسيكليين تأثير فعال في تخفيف حدة الالتهاب الناتج عن التراخوما خلال فترة ثلاثة أسابيع ، إلا أن المينوسيكليين يعد أكثر فعالية من التترايسيكليين عند الكشف على المرضى بعد سنة من العلاج ، ولذا فإن المضادات الحيوية طويلة المفعول مثل المينوسيكليين لها تأثير فعال في علاج مرضى التراخوما .

٥ - وجد من خلال فحص عينات من أنسجة عين الأرنب بالمثبت المخطط أن استخدام الجلوترالدهيد والمانوزد ، ورابع أكسيد الأوزنيوم أدى إلى تحسن صورتها مجهرياً ، وذلك من خلال كفاءة تثبيت الأغشية بأنواعها المختلفة .

٦ - عدم تواجد الحراشف البرعمية في جميع العينات ( ١٨ عينة ) ، وتواجد البكتيريا في عشر عينات منها ، إضافة إلى وجود أجسام - تعكس الشعاع الإلكتروني - تختلف عن الأيونات السالبة الثنائية داخل الحبيبات الخيطية في ست عشر عينة ، والعديد من الكريات البيضاء مشكلة النوى والمصبوغة بالأصبغ المتعادلة ، وكذلك تواجد بعض الخلايا الجبلية .

( المسألة عن تكون المخاط ) في ملتحمة مرض التراخوما باستخدام طريقة وسم ( Labelling ) الخلايا وذلك لإيجاد علاقة بين اكلينيكية جفاف العين - نتيجة لإصابة سابقة بالتراخوما - والتغيرات الخلوية في الملحمة .

٣ - دراسة تأثير عقار المينوسيكليين على مرض التراخوما النشطة ، وذلك بمقارنة آثاره ( من خلال الفم ) مع آثار مسرهم التترايسيكليين ( دهان سطحي ) .

٤ - تحضير مثبت مختلط من مواد الجلوترالدهيد ، والمانوزد ، ورابع أكسيد الأوزنيوم لاستخدامه في تثبيت عينات من أنسجة عيون الأرانب تتضمن القرنية والقزحية والجسم الهدبي والشبكية - خلال فترة زمنية لا تتجاوز ٤٠ دقيقة - لفحصها بالمجهر الإلكتروني .

٥ - فحص مجهرى لثمانية عشرة عينة من قشطات الملحمة لمرضى ( تتراوح أعمارهم بين ٦ إلى ١٢ عاماً ) التراخوما الحادة والمتوسطة .

### نتائج البحث

- تمثلت أهم نتائج البحث فيما يلي :
- ١ - وجود الخلايا الليمفاوية المساندة

## صفات بشرية في الهيدرا الضيقة

قد يعتلي البشر قمة شجرة التطور ، ولكنهم قد لا يكونون بعيدين عن الجذور بالقدر الذي يمتنونونه . فهم يشتركون مع الفئران وذبباب الفاكهة والدود وحتى مع الهيدرا في المورثات الأولية .

تتكون الهيدرا التي يبلغ طولها سنتيمتراً واحداً من طبقتين من الخلايا السطحية ( Epithelial Cells ) بينهما خلايا تشكل الأعصاب والإبر والغدد . ولها شبكة عصبية رخوة ( Nerve net ) إلا أنها تستطيع الحياة بدون هذا النظام العصبي البدائي .

تقول عالمة الأحياء التطوري من جامعة كاليفورنيا في إرفين ( Irvine ) ( Ann Grens ) أن غورن ( Grens ) بأن الإسفنجيات هي الوحيدة التي تكون أبسط من بين عديدة ومتمايزة الخلايا . وقد أظهر علماء الوراثة أن الفقاريات والحشرات لديها نوع من المورثات يرمز للبروتينات المنظمة للمورثات وأن بعضاً من أحماضها الأمينية على الأقل يلتق ليكون ما يعرف بالمتحلق اللولبي - الحافز اللولبي الأساس ( Helix - Loop - Helix Matif ) .

وقد وجدت غورن لاحقاً أن لدى الهيدرا المورث الخاص بأحد هذه البروتينات . وهي تقول إن هذا الاكتشاف يظهر أن هذا المورث قد ظهر مبكراً في مرحلة التطور مع أنها لا تعرف ما هو دور هذا المورث المسمى أكييتي سكوت ( Achaete - Scute ) في الهيدرا ، إلا أن نظيره في ذباب الفاكهة يثبت شعيرات حاسة اللمس ونقر سطحية يمكنها اكتشاف المواد الكيميائية

الصادرة من طائرات رش المبيدات مثلاً . فعندما نقلت غورن هذا المورث من الهيدرا إلى الذباب الفاقد لمورثه الخاص بدأ بإنبات الشعيرات والنقر .

وقد وجد العلماء - اليوم - مورثات - شبيهة بما لدى الهيدرا - في ست عوائل فقارية . إلا أن الهيدرا تبقى وحيدة في عائلتها في حين تنظم الكائنات الأكثر رقياً في عائلات . وبذا خلصت غورن إلى أن معظم المورثات المنتشرة في الكائنات عديدة الخلايا توجد في السنايداريا ( Cnidaria ) .

المصدر :

Science News, Jan 1995, Vol. 147, P. 15 .

## الإسماك بالإنشيا،

تستطيع اليد البشرية بمرورتها وحيويتها وقوتها أن تقبض على كرة البولونغ وأن تمرر الخيط في ثقب الإبرة بالسهولة نفسها ، ورغم أن أكثر من خمسين ألفاً من الأمريكيين يستخدمون أيديهم وأذرعهم صناعية عوضاً عن الأطراف البشرية إلا أن إعادة تلك البراعة للمقايض الناعمة في نهاية المذراع البشري تمثل تحدياً هندسياً عظيماً .

وقد اخترع كرسنوفر سميت ( Christopher M. Smith ) مهندس ميكانيكي في دائرة مختبر شمال غرب المحيط الهادي للطاقة بدأ آلية تستحق الذكر لبساطتها وتعدد استخداماتها مع قوتها . إذ باستطاعتها مثلاً تشغيل الأدوات الكهربائية وإدارة مفتاحاً للربط واللعب برفق ببيضة .

ويذكر سميت أن اليد تستطيع أن تمسك بالأشياء ذات الشكل غير المنتظم وبالإضافة إلى ذلك فإن قوة مسكها تعادل الضغط الحاصل عليها . مما يعني أنها تمسك بالشيء بقوة أو برفق حسبما أرادته الماسك . ولكل أصبع قناة متجعدة « أنبوب معدني متجدد شبيه بمصاص العصير » ولها رباط . ويضخ الهواء داخل القناة فإنها تتمدد وتضغط على الرباط مما يثني الإصبع .

وقد أنتج سميت هذه اليد للتعامل مع المواد المشعة في مصانع الطاقة الذرية إلا أنه يمكن تعديلها ليستفاد منها في الإستخدامات المدنية العامة بجعلها تشبه شكل وممسك اليد البشرية وذلك بوضع أربعة أصابع يقابلها إبهام . وبذلك فهي تقوم بعمل جيد في الظروف الرطبة والدهنية والقدرة .

المصدر :

Science News, Jan 1995, Vol. 147, P. 15 .

## أنزيم يحدد ميعداء المخاض

تبدأ حالة المخاض ثم الولادة عندما يبدأ الغشاء الذي يحفظ الجنين في التمزق . غير أن هذا التمزق قد يكون سريعاً لدرجة أنه قد يتسبب في حدوث الولادة قبل ميعداءها الطبيعي مما يعرض الجنين إلى مشاكل صحية تتمثل في العمى وتمزق الشبكية العصبي أو إلى موت الجنين . ولتفادي تلك المشاكل يبحث العلماء عن الأسباب التي تجعل هذا الغشاء يتمزق وماهي

علامات هذا التمزق حتى يمكن الاستعداد لإنقاذ الجنين .

يعتقد العلماء في السوق الحاضر أن هناك إنزيم يطلق عليه ( MMP-9 ) يبدو أن له دوراً هاماً في حدوث ذلك التمزق .

ركزت مجموعة من العلماء برئاسة جيروم ستراوس ( Jerome F. Strauss ) مدير مركز أبحاث النساء والولادة بجامعة بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية على عدة أنزيمات تدعى كولاجينيز ( Collagenase ) والذي يعد من مكونات غشاء الجنين ( Amniotic Sac ) .

قامت المجموعة المذكورة بدراسة السائل المستخرج من غشاء الجنين عند الولادة سواء لنساء ولدن طبيعياً أو بعملية قيصرية . وقد وجدت المجموعة أن كمية أنزيم ( MMP-9 ) قليلة جداً قبل بداية المخاض ولكنها ارتفعت بكميات كبيرة أثناء المخاض أو بعد الولادة مباشرة . وقد استنتجت المجموعة أن أنزيم ( MMP-9 ) عندما ارتفعت كميته قد فعل فعله في تحطيم الكولاجين وبذلك بدأ الغشاء في التمزق وحدثت الولادة .

ويعتقد ستراوس أن وجود أنزيم ( MMP-9 ) يمكن استخدامه كدليل لتوقع المخاض الذي يحدث قبل أوانه ( المبكر ) . وفي تجربة على الفئران يرى الباحثون أن أنزيم ( MMP-9 ) يرتفع قبل أسبوع من المخاض ، وعليه يمكن بواسطة تتبع تغير نسبة هذا الإنزيم تقادي المشاكل الناجمة عن المخاض المبكر بإذن الله .

المصدر :

Science News, Jan 1995, Vol. 147, P. 28 .



أما طرق الارتباط بالإنترنت من داخل المملكة فهناك عدة طرق غير مباشرة ومحدودة الإمكانيات وبماهظة التكاليف للاشتراك بالإنترنت من داخل المملكة العربية السعودية وذلك ناتج عن عدم وجود من يقدم خدمة الإنترنت بصورة رسمية . وهذه بعض الطرق المستخدمة للاشتراك بالإنترنت :

- الاشتراك لدى مقدمي خدمة الإنترنت في الدول المجاورة ( الكويت ، الإمارات العربية ) باستخدام خط هاتفي ومودم .
- الاشتراك بشبكة Compu Serve عن طريق خدمة الهاتف السعودي « الوسيط » .
- الاشتراك بشبكة Compu Serve عن طريق خط هاتفي ومودم .

✽ الأخ / عبد الله إبراهيم المهنا - الرياض  
كما تفضلت يا أخانا الفاضل فالكمال لله وحده سبحانه ، إلا أننا لا ننفق معك كثيراً في مسألة افتقار المجلة إلى الصور العلمية وخاصة الفوتوغرافية كما ذكرت ، فالمجلة تحفل بالعديد من الصور والرسومات التوضيحية التي تتطلبها المقالات كل حسب طبيعته ، ونحن ندرك تماماً أهمية الصور والرسومات في إيصال الفكرة إلى القاري ، ولكن يجب أن يكون هناك تناسباً بين عدد الصور وبين مادة المقال مراعاة في النهاية لحجم المجلة ككل .

أما الاشتراك في المجلة فلا يوجد إلى الآن ، ويمكنك الاتصال بنا للحصول على ما يتوفر لدينا من الأعداد السابقة ، وشكراً .

✽ الأخت / د. هدى عبد الحميد - أبها  
لاشكر على واجب يا اختنا الكريمة ، ونتمنى أن تكوني وجميع القراء راضين عما ينشر في المجلة ومستفيدين منه ، أما عن سؤالك حول إمكانية إرسال المجلة إليك في بلدك بعد استقالتك فالجواب هو نعم وبكل سرور ، والمجلة لا تباع إلا داخل المملكة فقط . أخيراً نفيدك بتغيير عناونك القديم إلى العنوان الجديد الذي بعثتي به ، ولك تحياتنا .

## مع القراء



### أعزاءنا القراء

نحييكم مع بداية هذا العام الهجري الجديد والذي تدخل فيه مجلة العلوم والتقنية عامها العاشر ، ولقد كان لدعمكم وتواصلكم خلال الأعوام التسعة الماضية الأثر الكبير في استمرار المجلة التي نسعى دائماً إلى جعلها محل اهتمامكم ورضاكم ، مؤكدين للجميع في كل أنحاء وطننا العربي الكبير أننا لن نألو جهداً في سبيل الارتقاء بها إلى الأفضل شكلاً ومضموناً ، وكل عام وجميع قرائنا الكرام بخير .

بدأت شبكة الإنترنت بتطبيقات محدودة أساسية مثل البريد الإلكتروني ونقل الملفات والدخول على حاسب آلي عن بعد . والآن يوجد تطبيقات متطورة وموحدة للبحث واسترجاع المعلومات بصورها المختلفة ( نص ، صورة ، فيديو وصوت ) سهلت التعامل مع الشبكة وزادت عدد مستخدميها .

وتقدم الإنترنت دعماً كبيراً للمجتمعات المرتبطة بها في مختلف الاتجاهات سواء أكانت إعلامية ، تجارية ، أكاديمية ، طبية ، اجتماعية ، صناعية ، زراعية ، أو ما إلى ذلك .

كما أن استخدام الإنترنت لا يقتصر على المختصين في علوم الحاسب الآلي فحسب ولكن يدخل ضمن المستخدمين الأكاديميون ، الباحثون في شتى المجالات ، الأطباء ، الإداريون ، رجال الأعمال ، السياسيون ، الإعلاميون ، التربويون ، الطلبة في مختلف مراحل الدراسة وأفراد من مختلف طبقات المجتمعات .

تُستخدم الإنترنت لعدة أغراض منها جلب البرمجيات المجانية ، تبادل المعلومات ، البريد الإلكتروني ، الدخول على قواعد المعلومات والأجهزة فائقة السرعة ، وضع الإعلانات ، التسويق ، توفير خدمات المساندة ، عقد الندوات المتخصصة إلكترونياً ومتابعة أخبار العالم أولاً بأول .

### ✽ الأخ / أحمد محمد فرغلي - المدينة المنورة

نشأك على المجلة محل تقديرنا وفخرنا ، والأعداد التي طلبتها لا تتوفر لدينا بكل أسف ، أما عن سؤالك عن شبكة « الإنترنت » وكيفية الاشتراك بها من المملكة ، فيسرننا أن نقدم لك ولجميع القراء هذه المعلومات المختصرة .

الإنترنت عبارة عن مجموعة كبيرة من شبكات الحاسب الآلي مرتبطة فيما بينها ، كل شبكة منها مملوكة وتحت إدارة جهة منفصلة من شتى دول العالم من ضمنها الجامعات ومراكز البحوث والشركات التجارية والقطاع الحكومي والقطاع العسكري .

في عصرنا هذا عصر المعلومات تعتبر شبكة الإنترنت مورداً عالمياً للمعلومات وهي تعتبر أكبر شبكة معلومات في العالم مكونة من أكثر من ٧٠ ألف شبكة محلية وأكثر من ٢,٥ مليون جهاز وأكثر من ٤٠ مليون مستخدم في أكثر من ٢٠٠ دولة حسب الإحصائيات التي تتناقلها وسائل الإعلام في نهاية سنة ١٩٩٥ م ، وهذه الأرقام في ازدياد مستمر بسبب ازدياد الاشتراكات في الإنترنت ونجاحها في إيصال شتى أنواع المعلومات إلى مستخدميها أيضاً نجاحها في أن تكون الوسيط الجيد بين طرفي المعادلة : المنتج والمستهلك بمفهوميها العام . ويتوقع أن يصل عدد المستخدمين إلى ٢٠٠ مليون بحلول عام ٢٠٠٠ م .

# الأعداد الصادرة من مجلة العلوم والتقنية

خلال عام ١٤١٦هـ



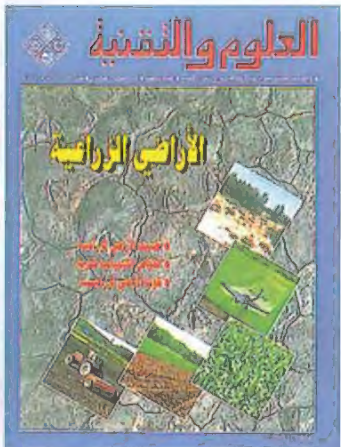
## محتويات العدد (٢٤)

- الطاقة الشمسية .
- الإشعاع الشمسي .
- الخلايا الكهروضوئية .
- السخانات الشمسية .
- الطباخات الشمسية .
- المجففات الشمسية .
- المراكز الشمسية .
- تخزين الطاقة الشمسية .



## محتويات العدد (٣٣)

- الكوارث غير الطبيعية .
- الكوارث النووية .
- كوارث الصناعات الكيميائية .
- كوارث النفط .
- الحرائق .
- كوارث النقل البري .
- تصدع وانهيار المباني .
- كوارث النقل البحري .



## محتويات العدد (٣٦)

- الأراضي الزراعية .
- تصنيف الأراضي الزراعية .
- الخواص الفيزيائية للتربة .
- الخواص الكيميائية للأراضي .
- خصوبة الأراضي .
- الكائنات الدقيقة في التربة .
- الرسمدة .
- تلوث الأراضي الزراعية .
- الأراضي للمحبة .



## محتويات العدد (٣٥)

- الطاقة الشمسية والمباني .
- تحلية المياه بالطاقة الشمسية .
- النظم الكهروضوئية وتطبيقاتها .
- اقتصاديات الطاقة الشمسية .
- نظم الانابيب الحرارية .
- الطاقة الشمسية في الفضاء .
- إنتاج واستخدام الهيدروجين .

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

تيلون ٤٨٨٣٤٤٤ / ١٤٠ - فاكس ٤٨١٣٣٧٩



مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ص.ب. ٦٠٨٦ - الرياض ١١٤٤٢ - ٤٨٨٣٤٤٥ - فاكس ٤٨٨٣٧٥٦





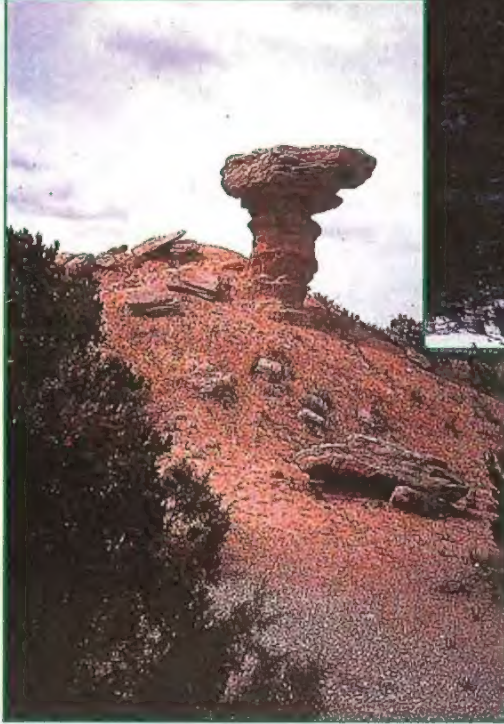
كل يوم نورنا بدمع خمر

بمناسبة

العام الفجري الجديد (١٤١٧هـ)



في  
العدد المقبل  
الظواهر الجيولوجية



وكيل التوزيع: الشركة السعودية للتوزيع  
Saudi Distribution Co.  
ص.ب ٥٥٢٠٢ الرياض ١١٥٣٤  
هاتف ٤٧٧٩٤٤٤

العبدان  
Obaidan  
(١١) ٤٨٣٣٣٢



